Der Zusammenhang zwischen Standort und Hallimaschbefall (Armillaria mellea) in verschiedenen Waldgebieten Bayerns

Bernd Becker

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545802_0091

Der Zusammenhang zwischen Standort und Hallimaschbefall (Armillaria mellea) in verschiedenen Waldgebieten Bayerns

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Bernd Becker

1968

UNIV. LEIDEN BIBL.

Referent: Prof.Dr. J.Jung
Korreferent: Prof.Dr.Dr.h.c.B.Huber

Tag der mündlichen Prüfung: 22.7.1968

Inhaltsübersicht.

A. Einleitung Seite 1

B. Hauptteil: Untersuchungen über Hallimaschschäden in verschiedenen Waldgebieten Bayerns 4

1. Methode

I. Ermittlung der Befallsbestände 4

II. Schadensfeststellung und - bewertung 5

III. Standortsbeschreibung 7

2. Hallimaschbefall im Keupergebiet Mittelfrankens 8

I. Wuchsgebiet

II. Forstämter

III. Klimadaten

IV. Geologie und Boden 9

V. Relief 10

VI. Bestandsbeschreibung 11

VII. Zusammenhang zwischen Standort, Bestandszusammensetzung und Befall 13

3. Hallimaschbefall im Jura, Untergliederung wie bei 2 17 - 24

4, Hallimaschbefall im Vorderen Bayerischen Wald, Oberpfälzer Grenzgebirge und Frankenwald Untergliederung wie bei 2 25 - 28

5. Hallimaschbefall auf der Münchner Schotterebene, Untergliederung wie bei 2 29 - 38

C. Zusammenfassung und Vergleich der Befallsursachen 39

1. Der Einfluß des Standorts auf die Aggressivität von Armillaria mellea 39

I. Die Bedeutung der saprophytischen Ernährungsquellen 39 - 40

II. Die Bedeutung der Standortsverhältnisse auf die Virulenz des Erregers 41 - 42

2. Der Einfluß des Standorts auf die Disposition der Bäume 43

I. Die Fichte 43 - 45

II. Die Tanne 45 - 46

III. Die Kiefer 47

IV. Andere Baumarten 47

D. Hallimaschbefall im forstlichen Exotenanbaugelände Grafrath 48 - 54

E. Diskussion 55 - 58

F. Zusammenfassung 59 - 60

Einleitung

Armillaria mellea (Vahl) Quel ist ein gefährlicher Wurzelfäuleerreger unserer Waldbäume, der im Ausmaß der Schäden nur von der Rotfäule, Fomes annosus (Fr.) Cooke, weit übertroffen wird. Im Gegensatz zur Rotfäule mit ihren chronischen Schäden tritt Hallimasch nur selten virulent auf.
Ein katastrophaler Befall wurde in Suddeutschland nach den Trockenjahren 1947 und 1949 beobachtet.
Hallimasch ist gekennzeichnet durch die Ausbildung besonderer Infektionsorgane, den Rhizomorphen, durch die der Befall im Bestand weiter verbreitet wird. ROBERT HARTIG (1874) erkannte als Erster, daß die verschiedenen Erscheinungsformen der Rhizomorphen, nämlich die Rhizomorpha subterranea, sowie Rhizomorpha subcorticalis zu demselben Erreger gehören. Er konnte ihre Bedeutung für den Infektionsvorgang aufklären. Seither ist eine große Anzahl von Veröffentlichungen über Armillaria mellea erschienen. Trotzdem ist bis heute noch keine wirksame Bekämpfungsmöglichkeit bekannt.

Das Verhalten des Pilzes in Reinkultur wurde von REITSMA (1932) ausführlich bearbeitet. Aus jüngerer Zeit liegt eine größere Anzahl von Untersuchungen über Armillaria mellea vor, die sich mit der Frage des Auftretens verschiedener Rassen befassen: Mc LEAN (1950), RAABE (1955,1956,1962,1966,1967), SNIDER (1959), GIBBSON & CORBETT (1964) .
Der Verlauf der Infektion, die durch die gesunde, unverletzte Wurzelrinde erfolgt, ist von THOMAS (1934), SCHMID (1954) und WOESTE (1956) eingehend histologisch untersucht worden und konnte weitgehend aufgeklärt werden:
Der Erreger heftet sich mit seinen Rhizomorphen (Rhizomorpha subterranea),mit denen er den Boden durchwächst,auf der Wurzel fest,

bildet eine Infektionshyphe, die Rhizomorpha fragilis aus, die als geschlossene Einheit unter mechanisch-chemischer Destruktion das Phloem durchstößt und in das Kambium eindringt. Hier wächst der Pilz mit seiner Rhizomorpha subcorticalis durch die infizierte Wurzel in den Stamm hinauf. Er infiziert bevorzugt über Harzkanäle und Markstrahlen den Splint. Der Baum stirbt schließlich durch Ringelung des Kambiums ab.
Künstliche Infektionsversuche durch RAYNER (1930), THOMAS (1934), BLISS (1941), GARRETT (1956) an den verschiedensten Pflanzenarten wie Dahlien, Kartoffeln, Karotten, an Laub- und Nadelbaumsämlingen, sowie an Kiefernkulturen im Freiland (PATTON & RIKER 1959), haben zur Kenntnis des Infektionsvorganges weiter beigetragen.
GARRETT (1953,1956) hat die Bedeutung der ausreichenden Ernährung von Armillaria mellea für die Rhizomorphenausbildung und deren Infektionstüchtigkeit nachgewiesen.
Hallimasch wird als saprophytischer Holzzerstörer beim biologischen Abbau der Wurzelstubben häufig angetroffen, wie bei Untersuchungen über die Rotfäule festgestellt wurde (RENNERFELT 1957).
Trotz der Vielzahl der Arbeiten, die sich mit dem virulenten Auftreten des Erregers befassen, sind die Ursachen, die den harmlosen Saprophyten zum gefährlichen Parasiten werden werden lassen, nur lückenhaft bekannt. Durch die bereits zitierten Arbeiten von BLISS und GARRETT weiß man, daß die Bodentemperatur und die Ernährung des Pilzes eine Rolle spielen.
Zum anderen ist der Zusammenhang des Befalls mit dem geschwächten Gesundheitszustand der Wirtspflanze bekannt. So beschäftigen sich die älteren Autoren mit Hallimaschbefall bei ausgedehntem Tannensterben (NEGER 1908). BALTZ (1913) und FALCK (1918) berichten über Befall von Eichenbeständen in Auwäldern Westfalens nach Grundwasserabsenkung und Mehltaubefall.
In jüngerer Zeit ist Hallimaschbefall katastrophalen Ausmaßes an Fichte in Oberschlesien bekannt geworden, (WOJTYLKO 1942, SCHWEND 1950, JANKOWSKI & JORDAN 1950). Nach Angaben von TWAROWSKA (1967) erstreckt sich heute der Befall auf 60 000 - 70 000 Hektar, was die Notwendigkeit vorzeitiger Einschläge auf einer Fläche von 2000 - 3000 Hektar jährlich zur Folge hat!
In Süddeutschland trat eine Hallimaschkalamität nach den Dürrejahren 1947/49 ein (BOOS 1948, SITTING 1948). Durch BARTELS (1960)

wurde starker Hallimaschoefall in Fichtenbeständen des Sauerlandes beschrieben.
Insgesamt erweist sich Armillaria mellea in der Literatur als gefährlicher Krankheitserreger, dessen teilweise katastrophaler Befall aber örtlich und zeitlich begrenzt bleibt.
Der Pilz erscheint in unseren Wäldern auf der einen Seite regelmäßig, ubiquistisch, als harmloser saprophytischer Holzzerstörer beim biologischen Abbau der Wurzelstubben. Seine Agressivität als Wurzelfaulerreger beschränkt sich dagegen auf örtlich begrenzte Befallsnester. Von den Faktoren, die zur Infektion lebender Bäume führen, wird einerseits die Notwendigkeit der ausreichenden saprophytischen Ernährungsgrundlagen des Erregers, zum anderen die Bedeutung der Disposition des Baumes durch vorausgehende Primärschaden hervorgehoben.

Diese Arbeit stellt einen Versuch dar, einen Überblick über die Standorte zu gewinnen, wo heute stärkerer Hallimaschbefall auftritt. Die Auswirkungen der Dürrekatastrophen 1947/1949 mit den verheerenden Borkenkäfer- und Hallimaschschäden sind inzwischen abgeklungen. Die Erhebungen sollen den Stand der Hallimaschschäden außerhalb ausgesprochener Katastrophenjahre feststellen.
Der Schwerpunkt liegt hierbei nicht auf einer genauen Erfassung des Schadensausmaßes. Vielmehr sollen die Untersuchungen den Einfluß aufklären helfen, der den verschiedenen Faktoren von Klima, Boden und Bestand auf den örtlich begrenzten Befall zukommt. Dieses soll anhand möglichst genauer, getrennter Standortsanalysen und durch den Vergleich aller Standorte durchgeführt werden.

Herrn Prof.Dr. Jung, der mich bei der Durchführung der Arbeit betreute, spreche ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank für die fachliche Anleitung und Unterstützung aus, die er mir im Verlaufe meiner Untersuchungen gewährte. Für die Förderung beim Fortgang meiner Arbeit bin ich Herrn Prof.Dr.Dr.h.c. Huber zu Dank verpflichtet, ebenso Herrn Prof.Dr.Rohmeder, durch dessen Anregung und freundliche Erlaubnis ich die Untersuchungen im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath durchführen konnte.

B. Untersuchungen über Hallimaschschaden in verschiedenen Waldgebieten Bayerns.

1. Methode

I. Die Unterlagen über Hallimaschbefall in Bayern wurden mit Unterstützung der Bayerischen Staatsforstverwaltung erarbeitet. Die Erhebungen erstreckten sich auf die Regierungsbezirke Oberbayern, Niederbayern, Schwaben, Ober- Und Mittelfranken, deren Oberforstdirektionen eine Umfrage in den Forstämtern ihres Bereiches veranlaßten und mir die Meldungen zustellten. In den so erfaßten Beständen habe ich das jeweilige Befallsbild untersucht, wobei mir die Forstbeamten mit ihrer besonderen Erfahrung in den örtlichen Verhältnissen behilflich waren.

Es muß betont werden, daß die vorliegenden Unterlagen auch für den genannten Teilbereich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben können. Die Forstämter besitzen keine Aufzeichnungen über Hallimaschbefall und mußten sich selbst erst einen Überblick verschaffen, so daß in der zur Verfügung stehenden Zeit möglicherweise manche Befallsbestände nicht gemeldet worden sind.

An dieser Stelle möchte ich der Bayerischen Staatsforstverwaltung für die Unterstützung danken, ohne die die Erstellung der Unterlagen nicht möglich gewesen wäre. Dies gilt sowohl für die Herren Referenten an den fünf genannten Oberforstdirektionen, als auch für die vielen Außenbeamten, die mir ihre Zeit zu gemeinsamen Reviergängen geopfert haben.

II. Der Ablauf des typischen Hallimaschschadens ist am besten in befallenen Kulturen zu beobachten: Von einer saprophytischen Infektionsquelle (Wurzelstock des Vorbestandes) ausgehend dringt der Erreger mit seinen Rhizomorphen in den Bestand ein. Durch das Absterben erkrankter Bäume entstehen Lücken, die sich zu größeren Löchern ausdehnen können. Bis diese sogenannten " Sterbelöcher" entstanden sind, vergehen vor allem in älteren Beständen Jahre. Die große Schwierigkeit bei der Beurteilung des Befalls ergibt sich daraus, daß diejenigen Bäume, an denen der Befall durch Harzfluß oder Absterben sichtbar wird, rasch eingeschlagen werden. Diese Forstschutzmaßnahme wird wegen der ständigen Borkenkäfergefahr sehr sorgfältig durchgeführt. So sind selbst bei stärkstem Befall oft nur wenige stehende, infizierte Bäume zu finden. Die Diagnose anhand der stehengebliebenen Wurzelstöcke ist zwar leicht, hat aber wenig Aussagewert, da Armillaria mellea auch nachträglich Wurzelstöcke gesunder Bäume befallen kann. Dies ist beim Laubholz sogar die Regel.
Bei Rotfaulebefall beispielsweise wird nun der Schadensanfall als Faulholz verbucht. Der Befallsgrad kann nachträglich aus dem Anteil des eingeschlagenen rotfaulen Holzes wenigstens übersichtsmäßig beurteilt und die oft über viele Jahre sich hinziehenden Ausfälle beim Abtrieb berücksichtigt werden.
Zur Bewertung von Hallimaschschaden ist diese Möglichkeit nicht gegeben, da sie nicht gesondert in der Hiebsstatistik der Forstämter ausgewiesen werden. Um das Ausmaß des Befalls genau zu ermitteln, müßten über den gesamten Befallszeitraum die abgehenden Bäume registriert werden. Dies war im Rahmen dieser Arbeit unmöglich.
Für die Feststellung und Bewertung des Hallimaschbefalls bleiben somit nur zwei Möglichkeiten:

a.) Die Erfassung aller noch stehender, infizierter Bäume.

b.) Die Aussagen der Revierbeamten, die jährlich spätestens bei der Aufnahme des entrindeten Nadelholzes aus den Befallsbeständen einen Überblick erhalten.

Bei dieser Ausgangslage mußte auf eine genaue Schadensponitierung verzichtet werden.
Umso größere Sorgfalt wurde daher auf die Frage verwendet, ob überhaupt Hallimaschschaden vorlag, und welche Schadensstandorte einbezogen werden sollten. Die Untersuchungen wurden von vorneherein auf diejenigen Bestände beschränkt, in denen durch den Befall sichtbare Lücken oder Löcher im Bestandsgefüge entstanden waren. Dies erschien ratsam, da der als Saprophyt praktisch in allen Waldböden vorkommende Erreger sporadisch in sehr vielen Nadelwaldbeständen virulent auftritt. In solchen Fällen dürfte es aber außerordentlich schwierig sein, die Standortsverhältnisse, die doch nur flächenweise zu erfassen sind, in Beziehung zu einem Einzelbefall zu bringen.
Die Zielsetzung der Untersuchungen beschränkt sich deshalb auf die Zusammenhange zwischen starkerem Hallimaschbefall und Standort.
Ob stärkerer Hallimaschschaden nach obiger Definition vorlag, wurde nach folgenden Entscheidungen getroffen:

a.) Der Befall muß im Bestandsgefuge Lücken oder Löcher hervorgerufen haben.

b.) Der Befall muß noch durch stehende, infizierte Bäume, die im eindeutigen Zusammenhang mit den bereits ein getretenen Lucken stehen, nachgewiesen sein.

In der Praxis waren die von den Forstämtern gemeldeten Hallimaschschäden fast durchweg so stark, daß nur insgesamt fünf der gemeldeten Forstämter von der Untersuchung ausgeschlossen werden mußten.

Relativ einfach war dagegen die Identifizierung des Erregers selbst. Hallimaschbefall machte sich an stehenden Bäumen durch Harzfluß am Stammfuß, sowie an der verlichteten oder bereits absterbenden Krone bemerkbar. Als befallen galten nur solche Bäume, in denen der Erreger bereits von der Wurzel in den Wurzelanlauf oder den unteren Stammabschnitt vorgedrungen war. Durch Entfernen der leicht abzulösenden Rinde werden die weißen Mycellappen der Rhizomorpha subcorticalis sichtbar. Diese sind in ihrer typisch gelappten Form mit keinem anderen Pilz zu verwechseln.

Gleichzeitig wird am befallenen Wurzelanlauf meist schon nach wenigen Zentimetern Tiefe im Oberboden das schwarze, strangförmige Mycel der Rhizomorpha subterranea sichtbar. Schließlich konnte in vielen Beständen im Herbst 1965 und 1966 reiche Fruchtkörperausbildung beobachtet werden.

II. Die Angaben über Klima, Geologie, Höhenlage stammen aus Grundlagenermittlung der Forsteinrichtung des jeweiligen Forstamtes. Sehr nützlich erwiesen sich die Standortkarten, die für die Mehrzahl der einbezogenen Forstämter vorlagen und meine Arbeit erleichterten. Die Bezeichnung der Wuchsgebiete richtet sich nach der Einteilung der Bayerischen Staatsforstverwaltung.

2. Hallimaschbefall im Keupergebiet Mittelfrankens.

I. Die Bestände, in denen Hallimaschbefall festgestellt wurde, befinden sich im Wuchsgebiet XV, Fränkisches Stufenland, a Fränkischer Keuperlehm, im Bereich folgender Forstämter:

II. Tabelle 1: Forstämter

Dombühl	3 Bestände
Flachslanden	8 Bestände
Rothenburg o.T.	2 Bestände
Neustadt/Aisch	2 Bestände
Insgesamt:	15 Bestände

III. Tabelle 2: Durchschnittliche Klimadaten

	Dombühl	Flachslanden	Rothenburg	Neustadt
Höhenlage	518m	410m	470m	380m
Jahresmitteltemperatur	7,5°C	7,5°C	7,2°C	8,0°C
Mitteltemperatur in d. Vegetationszeit Mai-August	15,2°C	15,2°C	14,8°C	15,7°C
Jahresniederschlag Mittel	650mm	670mm	684mm	592mm
Niederschlag in d. Vegetationszeit Mittel, Mai-August	257mm	285mm	280mm	244mm
Niederschlag in d. Vegetationszeit in%	30 %	43%	41 %	44%

Die durchschnittliche Höhenlage liegt zwischen 400 und 500 m ü. N.N., die Temperaturen mit Jahresmittelwerten zwischen 7,2°-8,0° sind relativ hoch, die Niederschläge mit 592-684mm liegen deutlich unter dem Landesdurchschnitt, der 750mm beträgt.
Die Klimatönung kann als warmtrocken bezeichnet werden.

IV. Tabelle 3 : Geologie und Böden

Forstamt	Geologie	Standortseinheiten mit Hallimaschbefall
Dombühl	Blasensandstein	1. Grobkörnige Sandböden aus Blasensandstein
	Gipskeuper (Lehrbergstufe)	2. Überdeckte Tonböden aus Schilf- u.Blasensandstein:Letten nach etwa 20 cm anstehend.
Flachslanden	Blasensandstein	1. Grobkörnige Sandböden aus Blasensandstein z.T. anlehmig
		2. Feinsandreiche Lehmböden aus Blasensandstein
	Gipskeuper (Lehrbergstufe)	3. Überdeckte Tonböden aus Schilf- u. Blasensandstein
Rothenburg	Blasensandstein	1. Überdeckte Tonböden aus Blasensandstein
	Gipskeuper (Lehrbergstufe)	2. Lettenboden der Lehrbergschicht
Neustadt	Burgsandstein	- - -
	Blasensandstein	1. Sandböden aus Blasensandstein
	Gipskeuper (Lehrbergstufe)	

Die geologische Ausgangssituation der verschiedenen Forstämter ist trotz der wechselnden Schichtenfolge des Keupers recht einheitlich: Die Plateaulagen und Oberhange werden von der Blasensandsteinfacies gebildet, am Hang tritt der Gipskeuper mit den Ton- und Lettenschichten der Lehrbergstufe an die Oberfläche. Die Bodenbildung wird von dieser geologischen Schichtung bestimmt: In Plateaulage und am Oberhang befinden sich grobkörnige Sandboden der oberen Blasensandsteinfacies oder feinsandreiche Lehmböden der unteren Blasensandsteinfacies.

An den Hängen sind durch Blasensandsteinüberrollung auf die Lettenschichten Zweischichtböden entstanden: Unter der Sandsteinverwitterung steht im Wurzelraum Letten oder Ton an.
Der Hangfuß und die anschließenden Verebnungen bestehen aus reinen Lettenböden. Die Blasensandsteinverwitterungsschicht des Oberbodens neigt durchweg zur Dichtlagerung. Durch die stauende Lettenschicht im Wurzelraum sind die Böden am Hangfuß und in ebener Lage wechselfrisch, da kein zeitlicher und räumlicher Ausgleich des Wasserhaushaltes möglich ist. Die Böden sind mineralkräftig, was auf einen guten Ernährungszustand der aufstockenden Bestände hinweist und sich durch starke Vergrasungsgefahr bei Verlichtung oder Kulturbegründung, sowie durch brausches Wachstum der Kiefer bemerkbar macht.

V. Tabelle 4 : Exposition und Relief

Forstamt	Exposition	Befall nach d.Relief
Dombühl	1. Eben u.leicht nach SW-NO geneigt	Ganze Fläche
	2. Leicht geneigt nach ONO	Hang
	3. Eben u.leicht nach W geneigt	Ganze Fläche
Flachslanden	1. Plateau u.Hanglage nach N	Oberhang
	2. N- Hang	Hangkante, Oberhang
	3. N- Hang	Hangkante, Oberhang
	4. S- Hang	Oberhang herunterziehend
	5. S- Hang	Oberhang herunterziehend
	6. S- Hang	Oberhang-Hangfußmulde
	7. N- Hang	Hang
	8. N- Hang	Hang
Rothenburg	1. Eben	Ganze Fläche
	2. S- Hang	Oberhang herunterziehend
Neustadt	1. Eben	Ganze Fläche
	2. NW-Hang	Oberhang, Hangfußmulde

Hallimaschschaden treten in allen Expositionen auf, vor allem an Nord- und Südhangen. Der Wasserhaushalt ist in Nordexposition relativ am günstigsten, während die reinen Südhänge trockenheißen Charakter haben.

Die Befallsnester treten auf: 1. Hangkante und Oberhang
2. Hangfuß und Verebnung
3. Ebene Lage

Die Hangkante ist durch das abfließende Hangwasser trocken, während Hangfuß und Ebene wechselfeucht sind.

Die Hallimaschschäden sind daher standörtlich fein nach dem Relief differenziert. Im Forstamt Flachslanden sind beispielsweise Hangkante und Oberhang (trocken), als auch Hangfuß und Mulde (wechselfeucht) befallen (X 9a^2 b^2). Nur an Südhangen zieht sich der Befall von der Hangkante durchgehend bis zum Hangfuß hinunter (Beispiel: Rothenburg I 7 b^2 Fronleite).

Tabelle 5: Bestandsbeschreibung

Forstamt	Mischungsverhältnis	Alter	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Dombühl	1. Fi-Bestand mit einzeln Ki,Lä	76-95 / 81	Fi	Ki,Lä
	2. Mischbestand aus Fi,Ta,Ki	60-91 / 78	Ta Befall in reinen Tannenhorsten	
	3. Ki-Bestand mit einzeln Fi,Bu	29-74 / 54	Fi,Ki	
Rothenburg	1. Fi-Roterlenbestand	5-15 / 12	Fi	Roterle
	2. Fi-Bu-Mischbestand mit einzeln Lä	41-78 / 66	Fi	Bu,Lä
Neustadt	1. Mischbestand aus Fi,Ki,Bu	80-90 / 85	Fi	Ki,Bu
	2. Mischbestand aus Fi,Ki	60-80 / 70	Fi	Ki

Forstamt	Mischungsverhältnis	Alter	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Flachs-landen	1. Mischbestand aus Ki,Fi mit einz.Bu	60-68 / 64	Fi	Ki
	2. Mischbestand aus Fi,Ki,Bu	76-96 / 87	Fi	Ki,Bu
	3. Mischbestand aus Fi,Ki,Bu	57-77 / 76	Fi	Ki,Bu
	4. Mischbestand aus Fi,Ki mit Bu,Ei,Lä	41-76 / 63	Fi	Ki,Bu,Ei,Lä
	5. Mischbestand aus Fi,Ki mit Bu,Ei,Lä	58-81 / 66	Fi	Ki,Bu,Ei,Lä
	6. Ki-Bestand mit Bu,Ei,Lä	7-29 / 12	Ki	Bu,Ei,Lä
	7. Kiefernreinbestand	6-26 / 12	Ki	
	8. Mischbestand aus Fi,Ki mit einz.Ta	83-116 / 93	Fi	Ki,Ta

Im mittelfränkischen Keupergebiet werden in älteren Bestanden fast ausschließlich Fichten (10 Bestände) und nur in einem Bestand Kiefer und Tanne befallen. Hinzu kommen Hallimaschschaden in zwei Kiefernkulturen und einer Fichtenkultur.

Tabelle 6 : Statistische Auswertung der Bestandsalter

Altersstufe	Durchschnittl.Bestandsalter	Zahl der Bestände
1-10	10,	1
11-20	12, 12	2
21-30	- - -	-
31-40	- - -	-
41-50	- - -	-
51-60	54,	1
61-70	66, 70, 64, 63, 66,	5
71-80	78, 76,	2
über 80	81, 85, 87, 93,	4

Die Tabelle der Bestandesalter zeigt, daß der Hallimaschbefall in zwei deutlich voneinander getrennten Altersstufen auftritt: In der Kultur (3 Bestände) und dann erst wieder frühestens ab dem Alter 50, vor allem in den Altbeständen zwischen 60 und 90 Jahren (11 Bestände).

VII. Zusammenhang zwischen Standort, Bestandeszusammensetzung und Hallimaschbefall

Die Klimadaten der vier Forstämter im niederschlagsarmen Kessel Mittelfrankens mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7,2°C - 8,3°C und Niederschlagsmengen zwischen 592 mm-664 mm machen von vorneherein deutlich, daß für Fichte und Tanne kein optimales Gedeihen mehr möglich ist.
Nach REBEL (1924) beträgt die untere Grenze der Niederschläge für reine Fichtenbestände westlich des nördlichen Jura in 450 m Höhe 675 mm Jahresniederschlag und 525 mm Niederschlag während der Vegetationsperiode. Diese Grenzwerte werden im Keuper deutlich unterschritten!
Die ungünstige Ausgangssituation wird für die Fichte durch die Beschaffenheit des Bodens weiter verschlechtert:
Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, stocken die hallimaschverseuchten Bestände auf dichtgelagerten Sandböden der Blasensandsteinverwitterung, auf Zweischichtboden mit Sand im Oberboden und Ton im Wurzelraum, oder auf reinen Lehmböden.
Auf diesen Standorten ist die Fichte nicht in der Lage, tiefere Bodenschichten zu erschließen. Sie bildet hier nur ein flach im Oberboden streichendes Wurzelsystem aus. Der Oberboden kann während kürzerer oder längerer Trockenperioden keine größeren Wassermengen speichern und nachliefern. Er trocknet daher leicht aus, was an der Fichte zu schweren Schädigungen führt.
Die Disposition der Fichte für Hallimaschbefall wird durch immer wiederkehrende Trockenklemmen hervorgerufen. Dies geht aus der Tatsache hervor, daß Hallimaschbefall gerade auf denjenigen Lagen zu finden ist, in denen der Wasserhaushalt am meisten gestört ist:

1. Hangkante und Oberhang: Hier ist die Wasserspeicherung des Bodens am geringsten, da die Lettenschicht des Unterbodens das Niederschlagswasser rasch hangabwärts leitet. Die Austrocknungsgefahr ist hier am größten. In den mittleren und unteren Hanglagen, deren Wasserhaushalt durch den Hangwasserzug günstiger ausfällt, verschwindet der Befall, außer es handelt sich um extrem trocken-heiße Südhänge, an denen der Befall sich den ganzen Hang bis in die frische Mulde hinabzieht (Beispiel: Rothenburg I 7 b^2 Fronleite).

2. Hangfuß und Mulde: Am Hangfuß tritt das Hangwasser aus und wird auf dem anstehenden Lettenboden (hier Lehrbergschicht) gestaut. Es kommt während der feuchten Jahreszeit zur Versumpfung, die Fichte bildet aus O_2 Mangel ein nur ganz flachstreichendes Wurzelwerk aus und erleidet in Trockenperioden, in denen der schwere, tonige Boden austrocknet und aufreißt, schwere Trockenschäden.

3. Verebnung: Auch hier sind es wechselfeuchte Standorte, da das Wasser gestaut wird und auch seitlich kein Abfluß möglich ist. Auf solchen wechselfeuchten Pseudogleyböden erleidet sogar die robuste Kiefer schwere Schäden, die sie für den Hallimaschbefall disponiert (Beispiel: Dombühl XII 4^2 Kostklinge).

Auch die verschiedene Anfälligkeit in den einzelnen Altersstufen, die in Abschnitt VI aufgezeigt wurde, hat ihre Ursache in den standörtlichen Vernaltnissen. Das plötzliche Eintreten der Hallimaschschäden in der Alterstufe ab 50-60 hängt mit der im Alter zunehmenden Gefahr von Trockenschaden zusammen. Mit wachsender Krone

steigt der absolute Wasserverbrauch der größer werdenden Nadelmasse. Da es den Fichtenwurzeln nicht möglich ist, in gleichem Maße in tiefere Bodenschichten einzudringen und damit zusätzliche Wassermengen zu erschließen, entsteht ein immer größer werdendes Mißverhältnis zwischen verfügbarer Wassermenge im Wurzelraum und dem Wasserverbrauch der Krone. Diese Entwicklung führt bei den 50 - 60 jährigen Beständen zu Trockenklemmen bei Schönwetterperioden, in denen dann Hallimaschinfektionen auftreten.
In einigen Beständen (Beispiel: Dombühl XVIII° Wintergrün) war durch die fortschreitende Bestandsverlichtung die Verjüngung eingeleitet. Obwohl der Erreger an den Altbäumen laufend Ausfälle verursacht, bleiben die neugepflanzten, jungen Fichten vom Befall verschont; sie können ihren geringeren Wasserverbrauch noch im Oberboden, den sie gerade zu durchwurzeln beginnen, decken, es ist noch kein laufendes Wasserdefizit durch das Verhältnis verfügbarer Wurzelraum : Wasserverbrauch der Krone ausgeprägt, und sind infolgedessen für den Befall noch nicht disponiert. Allerdings können die Bodenverhältnisse so extrem werden, daß es auch in Fichtenkulturen schon zu Ausfällen kommt (Beispiel: Rothenburg III 5 b[1] Pfefferwiesen, stark wechselfeucht).
Aus der Bestandsbeschreibung Abschnitt VI geht hervor, daß in der Hauptsache nur die Fichte erkrankt, während die zu größeren oder kleineren Teilen beigemischten Tannen, Kiefern, Lärchen und Buchen sich als resistent erweisen.
Aus dem Leistungsvergleich der verschiedenen Baumarten ergaben sich weitere Anhaltspunkte für die Disposition der Fichte.

Tabelle 7 : Forstamtsdurchschnittsbonitäten der Baumarten Fichte, Kiefer und Tanne

Forstamt	Fichte	Kiefer	Tanne
Dombühl	II,65	II,04	II,16
Flachslanden	III,16	- - -	- - -
Rothenburg	II,68	I,61	II,79
Neustadt	II,90	I,91	II,26

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Tanne, noch weit mehr die Kiefer der Fichte an Wuchsleistung überlegen ist. Die bessere Leistung der Kiefer hängt vor allem mit der größeren Anpassungsfähigkeit an trocknere Standorte zusammen.
Die Überlegenheit der Tanne, die im Wasserverbrauch mindestens genauso anspruchsvoll wie die Fichte ist, beruht auf ihrer höheren Wurzelenergie, die sie befähigt, tiefer in den schweren Boden einzudringen und damit ihren Wasserhaushalt ausgeglichener zu gestalten. Das Gleiche gilt sinngemäß für die ebenfalls oft als Mischbaumart anzutreffende Lärche.
Aber auch die Tanne bleibt vom Befall nicht vollständig verschont. In einem Bestand im Forstamt Dombühl XII 5^3 tritt in reinen Tannenhorsten mit schlecht entwickelten Kronen Hallimaschbefall auf.
Im Forsteinrichtungswerk des Forstamtes Rothenburg ist vermerkt, daß die Tanne die Dürrejahre 1947/49 im Gegensatz zur Fichte ohne Schaden überstanden hat, was noch einmal den Zusammenhang zwischen Wurzelenergie und Wasserhaushalt deutlich macht.
Außerdem erwiesen sich die Altfichten in den Dürrekatastrophenjahren 1946/47 in Mischbeständen anfälliger als im Reinbestand (RUBNER , Grundlagen des Waldbaus). Dies läßt die Vermutung aufkommen, daß die im Wurzelraum robusteren Mischbaumarten, vor allem auch die Buche, durch ihren Wasserverbrauch, den sie in tieferen Schichten noch decken können, die Austrocknung des Oberbodens beschleunigen. Damit können sie zur Verstärkung der Trockenschäden an der Fichte beitragen.

3. Hallimaschbefall im Jura

I. Bestände, in denen Hallimasch virulent auftritt, finden sich in allen 3 Teilen des Wuchsgebietes XI: Jura: Im Südlichen, Östlichen und Nördlichen Jura.

II. Tabelle 8 : Forstämter

Südlicher Jura:	Treuchtlingen	5 Bestände
	Monheim	1 Bestand
Östlicher Jura:	Parsberg	2 Bestände
	Pielenhofen	4 Bestände
	Kelheim/Nord	3 Bestände
Nördlicher Jura	Schnaittach	3 Bestände
	Scheßlitz	2 Bestände
	Insgesamt:	20 Bestände

III. Tabelle 9 : Durchschnittliche Klimadaten

	Parsberg	Pielenhofen	Kelheim Nord	Treuchtlingen	Schnaittach
Höhenlage	480-550m	480-510m	440-480m	480-580m	480-550m
Jahresmitteltemperatur	6,9-7,3°C	6,9-7,3°C	6,9-7,7°C	7-8°C	7,7°C
Jahresniederschlag Mittel	600mm	650-750mm	650mm	700-800mm	733mm
Niederschlag in der Vegetationszeit Mittel Mai-August	360-420mm	390-450mm	281mm	300-350mm	322mm
Niederschlag in der Vegetationszeit in %	April-Oktober 60-70%	April-Oktober 60-70%	45%	43%	41%

Bei durchschnittlicher Höhenlage zwischen 440 und 580 m über N.N. liegen die Jahresmitteltemperaturen mit Werten zwischen 6,9° - 8°C, die Niederschlage mit Werten von 550-800 mm teilweise unter dem Landesdurchschnitt.

Forstamt	Geologie	Standortseinheiten mit Hallimasch befall
Parsberg	Malm: Massenkalk Plattenkalk	1. Flach- mittelgründige Dolomitrend zina bis Braunerde 2. Tiefgründige Braunerde
Pielenhofen	Malm: Massenkalk	1. Tiefgründige Braunerde bis schwacher Pseudogley aus Feinlehm 2. Nährstoffreiche Schichtlehme, zum Teil wechselfeucht: Pseudogley bis Stagnogley
Kelheim/Nord	Malm: Massenkalk Plattenkalk	1. Flach-bis mittelgründige Kalksteinrendzina bis ziemlich trocke Kalkverwitterungslehm 2. Tiefgründige Braunerde, auch mit Feinlehmdecke, zum Teil Pseudogle
Schnaittach	Malm: Franken-dolomit	Flach-bis mittelgründige, sandig lehmige Dolomitverwitterung, d.h. klüftige, kalksteinreiche Humuskarbonatböden.
Scheßlitz	Amaltheenton	Krümelige Tonböden mit mittlerem Basengehalt, weniger stabil mit Tendenz zur Verdichtung
Treuchtlingen	Weißer und Brauner Jura	1. Flach-bis mittelgründige, klüftig Albverwitterung, d.h. Mullrendzin 2. Zweischichtboden: Staublehmartige Deckenlehme über Juraverwitterung lehm, nährstoffreich, dichtlagern
Monheim	Weißer Jura	Wechseltrockener grauer Schlufflehm mit Konkretionen Rohhumus.

Die Befallsstandorte im Jura liegen auf Weißem und Braunem Jura. Das Grundgestein besteht aus Plattenkalk und Massenkalk der Malm-Fazies.

Die Standortseinheiten lassen sich in drei Gruppen aufgliedern:

1. Flach- bis mittelgründige, kluftige, kalksteinreiche, trockene Humuskarbonatböden, d.h. Kalk- und Dolomitrendzina, sowie etwas tiefgründigere, trockene Kalkverwitterungslehme.
2. Tiefgründige Kalkverwitterungslehme, d.h. Braunerden mit günstigem Wasserhaushalt.
3. Tiefgründige Kalkverwitterungsböden mit Überdeckung aus staublehmartigem Deckenlehm, im Oberboden zum Teil schluffig, d.h. zur Verdichtung neigende Braunerde bis Pseudogley oder schon stark verdichteter Pseudogley. Wechselfeucht bis wechseltrocken.

Tabelle 11 : Exposition und Relief

Forstamt	Exposition	Befall nach dem Relief
Parsberg	1. NO-SO Hang, schwach geneigt, stellenweise steil	Oberhang am Dolomitkopf
	2. NO-Hang, leicht geneigt	auf ganzer Fläche
Pielenhofen	1. W-NW Hang, schwach geneigt	
	2. W Hang, schwach geneigt	Auf ganzer Fläche
	3. Mulde, nach W streichend	verstreut
	4. Eben	
Kelheim/Nord	1. S-Hang, sanft geneigt	Auf ganzer Fläche
	2. W-Hang, sanft geneigt	verstreut
	3. S-Hang, N-Hang	
Schnaittach	1. S-Hang nach W u. O drehend, schwach bis steil	Oberhang um den Dolomitkopf, Hang
	2. N-Hang, schwach bis steil	
	3. SO-Hang, steil	
Scheßlitz	1. Eben	Auf ganzer Fläche
	2. S-Hang, flach bis mäßig geneigt	verstreut
Monheim	1. Eben	Auf ganzer Fläche

Forstamt	Exposition	Befall nach d.Relief
Treuchtlingen	1. Eben und S- Hang, schwach geneigt	Ganze Fläche, einzel
	2. Eben und S- Hang	"
	3. Eben Und S- Hang	"
	4. S- Hang	"
	5. Eben und SO-Hang	"

Hallimaschbefall findet sich in allen Expositionen, wobei sich der Wasserhaushalt bei der relativ niedrigen Niederschlagsmenge auf dem Nordhang am günstigsten gestaltet, während Südhänge warmtrockenen Charakter besitzen.
Der Befall erfolgt am Oberhang auf den flachgrundigen Rendzinen um die anstehenden Felsblöcke, sowie auf Verebnungen und nur leicht geneigten Hängen.

VI. Tabelle 12: Bestandsbeschreibung

Forstamt		Mischungsverhältnis	Alter	Bonität	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Schedlitz	1.	0,8 Fichte 0,2 Kiefer	50-70 60	II,0 Fichte	Fichte	Kiefer
Monheim	1.	0,5 Fichte 0,4 Kiefer 0,1 Buche	40-60 50	II,5 Fichte II,0 Kiefer II,0 Buche	Fichte Kiefer	Buche
Treuchtlingen						
	1.	1,0 Fichte	34-57 47	II,0 Fichte	Fichte	---
	2.	0,9 Fichte 0,1 Buche	53-69 63	II,5 Fichte	Fichte	Buche
	3.	0,9 Fichte 0,1 Buche	29-53 47	I,5 Fichte	Fichte	Buche
	4.	0,95Fichte 0,1 Buche	47-55 53	II,0 Fichte	Fichte	Buche
	5.	0,9 Fichte 0,1 Lärche	5-13 11	II,5 Fichte	Fichte	Lärche

Forstamt	Mischungsverhältnis	Alter	Bonität	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Parsberg	1. 0,3 Fichte 0,5 Tanne 0,2 Kiefer einzeln Lä,Bu.	61-81 71	II,0 Fichte I,5 Tanne I,5 Kiefer	Tanne Fi wenig --	Fichte besser Kiefer gesund --
	2. 0,7 Fichte 0,3 Tanne einzeln Eiche, Ahorn	76-86 81	II,0 Fichte I,5 Tanne	Tanne Fichte kaum	Fichte besser
Pielenhofen					
	1. 0,6 Fichte 0,4 Kiefer einzeln Tannen	28-53 48	II,0 Fichte I,0 Kiefer	Tanne Fichte weniger	Kiefer kaum
	2. 0,4 Fichte 0,6 Kiefer	53-72 64	II,0 Fichte I,0 Kiefer	Fichte	Kiefer gesund
	3. 0,7 Fichte 0,2 Kiefer 0,1 Tanne u. Lärche	38-55 48	I,5 Fichte I,0 Kiefer	Fichte Tanne Ki schwach	Fichte besser
	4. 0,7 Fichte 0,3 Kiefer	51-70 64	II,0 Fichte I,0 Kiefer	Fichte Ki schwach	Kiefer besser
Kelheim/Nord					
	1. 0,5 Fichte 0,3 Tanne 0,2 Bu,Ki,Ei	65-100 83	I,5 Fichte I,0 Tanne	Tanne Fikaum	Fichte besser
	2. 0,6 Fichte 0,3 Tanne 0,1 Bu,Ki,Ei	89-109 98	II,0 Fichte II,0 Tanne	Tanne Fi kaum	Fichte besser
	3. 0,3 Fichte 0,6 Buche 0,1 Tanne	46-70 61	II,5 Fichte I,0 Buche	Fichte	Buche gesund
Schnaittach					
	1. 0,7 Buche 0,3 Fichte 0,1 Tanne,Linde	64-103 88	II,5 Fichte II,5 Buche	Tanne Fi weniger	Laubholz gesund
	2. 0,7 Fichte 0,4 Buche	22-60 46	II,5 Fichte II,5 Buche	Fichte	Buche
	3. 0,8 Buche 0,2 Fichte	46-71 65	II,0 Fichte II,5 Buche	Fichte	Buche

Im Jura erweist sich die Fichte am stärksten durch den Befall gefährdet. (19 Bestände)

In den übrigen 6 Beständen liegt das Schwergewicht des Befalls bei der Tanne.

Selten erkrankt dagegen die Kiefer.

Tabelle 13 : Statistische Auswertung der Bestandesalter

Altersstufe	Durchschnittl.Bestandesalter	Zahl der Bestande
1-10	- -	-
11-20	11,	1
21-30	kein Befall	-
31-40	kein Befall	-
41-50	48,48,46,50,47,47	6
51-60	60,53,	2
61-70	64,64,61,65,63,	5
71-80	71	1
über 80	81,85,98,88	4

Aus dieser Zusammenstellung der Bestandesalter geht hervor, daß Infektionen durch Armillaria mellea im Jura in den älteren Beständen frunestens mit dem Alter 40 erfolgen, die jüngere Stangenholzalterstufe (Alter 20-40) wird nicht angegriffen, die Anfalligkeit der jüngsten Alterstufe ist nur einmal belegt.

VII. Zusammenhang zwischen Standort, Bestandeszusammensetzung und Hallimaschbefall

Die Waldbestande im Jura, in denen Hallimaschschaden auftreten, befinden sich in einer Höhenlage zwischen 440 und 580m über N.N. . Das Klima ist mit Temperaturen im Jahresmittel zwischen 7°C u. 8°C und Jahresniederschlagsmengen zwischen 550 und 600mm durch die Tendenz zur Trockenheit gekennzeichnet, die vor allem in den flachgrundigen Rendzinastandorten der Oberhange in Erscheinung tritt. Wie in Abschnitt IV erläutert wurde, lassen sich die Standortseinheiten mit Hallimaschbefall in drei Gruppen zusammenfassen.
Die Fichte erweist sich auf den flachgrundigen Kalk- und Dolomitrendzinen in den höheren Lagen um die anstehenden Felsen besonders anfallig. Der trocken-warme Charakter dieser flachgründigen, kolloidarmen Böden wird noch durch die Durchlassigkeit des teilweise schon nach 20cm anstehenden kluftigen Kalksteines verstärkt (Treuchtlingen, Kelheim, Schnaittach, Pielenhofen). Die hier nicht standortsgemäße Fichte leidet immer wieder unter Trockenschäden.
Dieselbe Ursache hat auch der Befall der Tanne auf diesen Standorten (Parsberg X 3 a^3 Taubenberg) .

Auch auf den tiefgründigen Kalklehmböden mit Staublehmüberdeckung ist der Wasserhaushalt zum Teil gestört. Der Oberboden ist schluffig verdichtet, was im Frühjahr zu langer anhaltender Vernässung führt. Diese wechselfeuchten Pseudogleyboden ermöglichen der Fichte und der hier stärker vertretenen Tanne keinen Aufschluß der tieferen Bodenschichten, sodaß die Bestände im Sommer bei der Austrocknung des Oberbodens in Trockenklemmen geraten.
Im Forstamt Monheim sind die Verhältnisse auf wechseltrockenem Schluffiehm derart ungünstig, daß sowohl Fichte,als auch Kiefer gleichstarke Ausfalle zeigen.
Der im Jura neben der Fichte erstmals wirtschaftlich ins Gewicht fallende Hallimaschbefall an der Tanne hat noch eine zweite Ursache: Die Tanne befindet sich im Jura im Grenzbereich ihres natürlichen Vorkommens. Sie findet nur auf tiefgründigen Braunerden mit relativ günstigem Wasserhaushalt gute Wachstumsbedingungen. Hier liegt die Ursache des Befalls in der Bestandeszusammensetzung.Als Beispiel sei der Befall im Forstamt Kelheim/Nord angeführt: Hier steht die Tanne horstweise im Reinbestand, oder nur in Mischung mit der Fichte. In diesen gleichaltrigen und gleichartigen Tannenaltbeständen fehlt die Stufung des Kronendaches und die Mischung mit der Buche.
Die Folge ist eine ungenügende Kronenausbildung, es entstehen hochangesetzte Schwundkronen.
Diese ungünstige Bestandesausformung, die Ausdruck einer geminderten Wuchsleistung ist, führt hier die Disposition für das Tannensterben herbei.

Die Abhängigkeit des Befalls von bestimmten Bestandesaltersstufen (Abschnitt VI) im Jura bestätigt die Diagnose, daß die Anfälligkeit gegen Hallimaschbefall durch gestörten Wasserhaushalt hervorgerufen wird.
Die mit dem Wachstum der Bäume zunehmende Transpiration kann nicht durch Erschließung tiefer Bodenschichten durch das sowohl auf Kalkrendzinen, als auch auf Pseudogley flachstreichende Wurzelsystem kompensiert werden.
Die mit dem Alterwerden der Bestände sich steigernden Trockenschaden ziehen erstmals in der Altersstufe 40-50 im Jura den Befall nach sich und halten bis in über 80 jährigen Beständen an.
Ein Beweis hierfür ist die Resistenz jüngerer Altersstufen in Mischung mit befallenen Altbeständen.

Im Forstamt Parsberg IV 3 d ° Ziegelschlag bleibt die Naturverjüngung vollständig vom Befall verschont.
Ein weiteres Beispiel bietet der Hallimaschschadensstandort im Forstamt Monheim: Auf dem wechseltrockenem Schlufflehm sind Fichte und Kiefer im Alter 50 stark erkrankt, in einem jungeren Teil im Süden auf gleichem Standort (Fichtendickung 15-30 jährig) hat der Erreger bis jetzt keinerlei Ausfälle verursacht.
Im Jura wird am häufigsten die Fichte befallen, hinzu kommen die Ausfälle bei der Tanne im Reinbestand, während Infektionen an der Kiefer nur in einem Fall (Forstamt Monheim) nachgewiesen werden konnten. Diese Rangfolge wird durch den Vergleich der Wuchsleistung bestätigt:

Tabelle 14

Fichte:	Bonität	Zahl d. Bestände
	I,5	3
	II,0	9
	II,5	7
Tanne:	I,0	1
	I,5	2
	II,0	1
Kiefer:	I,0	4
	I,5	1
	II,0	1

Die Bonität in den befallenen Beständen beträgt bei der Fichte durchschnittlich II,1 , bei der Tanne I,3 und bei der Kiefer ebenfalls I,3.
Die wesentlich schlechtere Bonität der Fichte im Vergleich zur Tanne und Kiefer zeigt die geringe Standortstauglichkeit der Fichte auf den geschilderten Jurastandorten.
Die Ursache für die Überlegenheit der Tanne und Kiefer, die sich in größerer Resistenz gegenüber dem Erreger ausdrückt, liegt einmal in der größeren Wurzelenergie auf verdichteten Pseudogleystandorten vor allem der Tanne, und der höheren Trockenresistenz bei der Kiefer.
Hallimaschbefall im Jura ist die Folge von nicht standortsgemäßem Anbau der Fichte und ungünstigem Bestandsaufbau bei der Tanne.
Dies rächt sich im zunehmendem Alter mit sekundarem Befall durch Hallimasch. In vielen Fällen, vor allem in den Forstämtern Scheßlitz Schnaittach u.Treuchtlingen ist beim Bestandszerfall allerdings auch die Rotfäule beteiligt.

4. Hallimaschbefall im Vorderen Bayrischen Wald, Oberpfälzer Grenzgebirge und Frankenwald

I. In diesem Abschnitt wurden Hallimaschschaden aus drei verschiedenen Wuchsgebieten zusammengefaßt

II. Tabelle 15: Forstämter

Forstamt	Wuchsgebiet	Zahl der befallenen Bestande
Mitterfels	Vorderer Bayrischer Wald VII	2
Viechtach	Vorderer Bayrischer Wald VII	1
Cham	Oberpfälzer Grenzgebirge	2
Nordhalben	Frankenwald XI a	1

III. Tabelle 16: Durchschnittliche Klimadaten

	Mitterfels	Viechtach	Cham	Nordhalben
Höhenlage	800-1000m	700-900m	440m	410-720m
Jahresmitteltemperatur	4-6°C	6,4°C	6,9-7,6°C	6-7°C
Jahresniederschlag Mittel	1300-1400mm	900-1100mm	660-770mm	900mm
Niederschlag in der Vegetationszeit Mittel Mai-August	550mm	513mm	364-385mm	--
Niederschlag in der Vegetationszeit in %	45%	63%	51-55%	--

Die Standorte des Bayrischen Waldes sind in ihren klimatischen Verhaltnissen durch ihre Höhenlage zwischen 700 und 1000 über N.N. bei niedrigen Jahresmitteltemperaturen und hohe Niederschlage gekennzeichnet. Auch Nordhalben zeichnet sich durch höhere Niederschlage in einer Höhenlage zwischen 410 und 720m aus, während Cham

mit höheren Temperaturmittelwerten von 6,9-7,6°C und geringeren Niederschlagsmengen von 660 - 750mm örtlich stärkeren kontinentalen Einschlag zeigt.
Bemerkenswert sind die hohen Sommerniederschläge in allen Standorten.

IV. Tabelle 17: Geologie und Böden

Forstamt	Geologie	Standortseinheiten mit Hallimaschbefall
Mitterfels	Urgestein: Biotit, Plagioklas	Firneisgrundschutt, sandig lehmige Böden mit Grundskelett,kalkarm,aber nachschaffende Mineralkraft,porös und gut belüftet,Braunerde,Fließerde:sandig lehmige Böden mit blättriger Struktur, einseitige Korngröße,dichtgelagerte Braunerde.
Viechtach	Urgestein: Biotit Plagioklas	Fließerde: sandig lehmige Böden mit blättriger Struktur, einseitige Korngröße, dichtgelagerte Braunerde.
Cham	Urgestein: Diochrit	Fließerde: sandig lehmige Böden mit örtlichen Vernässungen, podsolige und gleyartige Braunerde
Nordhalben	Unteres Karbon: Tonschiefer Grauwacke	Feinkörnige,schwach lehmige,dichtgelagerte Braunerde bis podsolige Braunerde

Die Standortseinheiten dieser in verschiedenen Wuchsgebieten stockenden Bestände weisen eine sehr ähnliche Struktur auf. Es sind sandig lehmige, dichtgelagerte Braunerden ohne höheren Kalkgehalt,aber mineralkräftig.

V. Exposition

Die Bestände stocken in Hanglage in allen Expositionen. Ein nach dem Relief differenziertes Auftreten des Befalls konnte nirgends festgestellt werden.

VI. Tabelle 18: Bestandsbeschreibung

Forstamt		Mischungsverhältnis	Alter	Bonität	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Mitterfels	1.	0,4 Fi 0,6 Bu einzeln Ta, Bah, Li	5-15 10	I,0 Fi II,5 Bu	Fi	Bu
	2.	0,9 Fi 0,1 Bu	11-24 16	II,0 Fi III,0 Bu	Fi	- - - Bu
Viechtach	1.	0,5 Ta 0,3 Fi 0,2 Bu	80-100 90	- - -	Ta wenig Fi	Fi Bu
Cham	1.	0,6 Fi 0,4 Ta	60-80 70	I,0 Fi II,0 Ta	Ta	Fi
	2.	0,5 Fi 0,5 Ta	60-80 70	I,0 Fi II,0 Ta	Ta	Fi
Nordhalben	1.	0,3 Ta 0,3 Fi 0,4 Bu	60-80 70	- - -	Ta	Fi Bu

Der Befall erfolgt an der Tanne, in zwei Beständen in Mitterfels an Fichte.

Tabelle 19: Statistische Auswertung der Bestandesalter

Altersstufe	Durchschnittl. Bestandsalter	Zahl der Bestände
1-10	10	1
11-20	16	1
21-30	--	-
31-40	--	-
41-50	--	-
51-60	--	-
61-70	70, 70, 70,	3
71-80	--	-
über 80	90	1

Hallimaschbefall wurde in zwei Kulturen und vier Altbeständen festgestellt.

VII. Zusammenhang zwischen Standort, Bestandeszusammensetzung und Hallimaschbefall

Klima und Bodenverhältnisse gewährleisten in allen vier beschriebenen Wuchsgebieten günstige Wachstumsbedingungen für Tanne und Fichte. Die Jahresniederschlagsmengen sind hoch, bemerkenswert ist die Niederschlagsmenge im Sommer. Die mittel- bis tiefgründigen, skelettreichen, sandig lehmigen Fließerden des Bayrischen Waldes, sowie die feinkornigen, schwach lehmigen Schiefer- und Grauwackeverwitterungsboden im Frankenwald haben daher in Hanglage einen ausgeglichenen Wasserhaushalt. Auch aus der Exposition und der Lage des Befalls im Relief lassen sich keine Anzeichen dafür finden, daß ungünstige Standortsverhältnisse die Wuchskraft der Bestände beeintrachtigen.
Hallimaschbefall an der Fichte tritt nur im Forstamt Mitteriels in zwei Fichtenkulturen auf. In höherem Alter ist die Fichte bei der optimalen Wasserversorgung weitgehend resistent, hier wird fast ausschließlich die Tanne befallen.
Im Forstamt Cham tritt der Befall in Tannen-Fichtenmischbestanden immer dort auf, wo die Tanne horstweise im Reinbestand wachst. Hier fehlt die Stufung des Kronendaches, sowie die Mischung mit der Buche vollständig, was die Ausbildung von Schwundkronen zur Folge hat. Ein weiterer Grund für das Kränkeln der Tanne liegt in einem extremen Spätfrost im Frühjahr 1958, von denen sich die Bäume teilweise bis heute noch nicht richtig erholt haben. Freistehende Alttannen, die besonders betroffen waren, fallen jetzt noch aus.
Im Fichten-Tannen-Buchenmischbestand im Forstamt Viechtach werden nur unterdrückte Tannen mit eingeklemmten Kronen befallen.
In Nordhalben schließlich ist überall in den Altbeständen ein vereinzeltes Ausfallen der Tanne zu beobachten. Bei diesem Tannensterben ist Armillaria mellea bis zu 70 % beim Entstehen der Dürrlinge beteiligt. Aus der Tatsache, daß etwa ein Drittel der Tannen absterben, ohne daß eine Infektion nachzuweisen ist, wird aber schon deutlich, daß der Hallimasch nicht die primare Ursache der Ausfalle sein kann. Auch hier erweist sich die Tanne empfindlich in geschlossenen Hochwaldbestanden mit starkem Dichtschluß und mangelhafter Kronenausbildung. Hier ist die sonst so anfallige Fichte wesentlich robuster.
Die Ursachen des Befalls an Tanne liegen einerseits in der Bestandeszusammensetzung, anderseits in akuten Schadensereignissen.

5. Hallimaschbefall auf der Münchener Schotterebene

I. Die hier aufgeführten Bestände gehören zum Wuchsgebiet III Schotterebene.

II. Tabelle 20: Forstämter

Starnberg	3 Bestände
Fürstenfeldbruck	2 Bestände
Anzing	1 Bestand
Höhenkirchen	7 Bestände
Mühldorf	2 Bestände
Insgesamt:	16 Bestände

III. Tabelle 21: Durchschnittliche Klimadaten

	Starnberg	Fürsten-feldbruck	Anzing	Höhen-kirchen	Mühldorf
Höhenlage	550-580m	540-620m	510-560m	561-595m	400-460m
Jahresmittel-temperatur	6,8-7,2°C	7,5°C	7°C	7°C	8°C
Mitteltemperatur in d.Vegetations-zeit Mai-August	14,5°C	15,1°C	15°C	14,5°C	15°C
Jahresniederschlag Mittel	895-1014mm	770-890mm	816mm	900-950mm	800-900mm
Niederschlag in d. Vegetationszeit Mittel, Mai-August	446-521mm	279-308mm	400mm	450-475mm	300mm Mai-Juli

Die Klimawerte der Schotterebene sind für alle Standorte recht einheitlich. Bei einer Höhenlage zwischen rund 500-600m über N.N. liegen die Jahresmitteltemperaturen um 7°C und in der forstlichen Vegetationsperiode zwischen 14,5° C und 15°C. Die relativ geringste Niederschlagsmenge erhält Fürstenfeldbruck mit 770-890mm, die höchste Starnberg mit 895-1014mm .

IV. Tabelle 22: Geologie und Böden

Forstamt	Geologie	Standortseinheiten mit Hallimaschbefall
Starnberg	Fluviatile Niederterrassen-Schotter, Würmvereisung des Inn-Chiemseegletschers	Mäßig frischer, sandig kiesiger Lehmboden mit in 30-40 cm anstehender Kiesunterlage. Geringe Wasserspeicherfähigkeit.
Fürstenfeldbruck	" " "	Flach- bis mittelgründiger, mäßig frischer kiesiger, kalkarmer, sandiger Lehmboden über reinem Kies. Wasserhaushalt von den Sommerniederschlägen getragen.
Anzing	" " "	Flach- bis mittelgründiger, lehmig sandiger, kiesiger Schotterverwitterungsboden, zur Trockenheit neigend.
Höhenkirchen	" " "	Flach- bis mittelgründiger, mäßig trockener Schotterverwitterungsboden der mittelalten Niederterrasse mit einer Tiefe von 20-40 cm und geringer Staublehmauflage von maximal 5 cm .
Mühldorf	Niederterrasse der Ampfinger Stufe. Würmvereisung des Inn-Chiemseegletschers	Mittelgründiger, mäßig frischer bis trockener, sandiger Lehm mit häufig stärkerer Rohhumusauflage.

Die Geologie- und Bodenverhältnisse der Hallimaschschadensbestände auf der Schotterebene sind sehr einheitlich . Geologisch gehört das Gebiet zur Niederterrasse, d.h. zu den fluviatilen Schotteranlandungen der Würmvereisung des jüngsten Inn/Chiemsee-Gletschers. Die Niederterrasse steigt allmählich von Norden nach Süden an. Das weit ausgedehnte Schotterfeld ist von flachgründigen Rinnen der nacheiszeitlichen Strömungslandschaft durchzogen . Die älteren Schotterflächen sind außerdem mit einer wechselnden Lößlehmdecke überdeckt.

Die Böden sind aus der Schotterverwitterung hervorgegangen. Es handelt sich um flach- bis mittelgründige ,lehmig sandige, kiesreiche Lehmböden, unter denen in wechselnder Tiefe von 30-50 cm die unverwitterte Kiesschicht ansteht. Tiefgründigere Standorte sind nur bei Lößlehmüberdeckung entstanden.
Die Standortsverhältnisse werden im Abschnitt VII noch eingehender beschrieben.

V. Tabelle 23: Bestandesbeschreibung

Forstamt	Mischungsverhältnis	Alter	Bonität	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Starnberg	1.0,9 Fi 0,1 Ki einzeln Ei	67	I,5 Fi I,0 Ki	Fi	Ki
	2.1,0 Fi einzeln Bi, Ei	66	I,5 Fi	Fi	- -
	3.1,0 Fi	70	I,5 Fi	Fi	- -
Fürsten-feldbruck	1.1,0 Fi einzeln Bu	50	II,0 Fi	Fi	- -
	2.1,0 Fi	55	II,5 Fi	Fi	- -
Anzing	1.1,0 Fi	67-77 74	III,0 Fi	Fi	- -
Höhenkirchen	1.0,9 Fi 0,1 Ki	60-75 65	II,0 Fi I,5 Ki	Fi	Ki
	2.0,8 Fi 0,2 Ki	50-70 60	II,0 Fi I,5 Ki	Fi	Ki
	3.0,8 Fi 0,2 Ki	75-95 90	II,5 Fi II,0 Ki	Fi	Ki
	4.1,0 Fi	55-60 58	I,5 Fi	Fi	-
	5.0,6 Fi 0,3 Ki 0,1 Bu	65-75 70	II,0 Fi I,5 Ki II,0 Bu	Fi	Ki Bu
	6.0,9 Fi 0,1 Ki	60-75 70	II,0 Fi I,5 Ki	Fi	Ki
	7.0,7 Fi 0,2 Ki 0,1 Bu	65-75 70	II,0 Fi I,5 Ki	Fi	Ki

Forstamt	Mischungsverhältnis	Alter	Bonität	Befallene Baumart	Gesunde Baumart
Mühldorf	1.0,8 Ki 0,2 Fi	41-61 54	I,5 Ki II,0 Fi	Ki	Fi
	2.0,7 Ki 0,3 Bu,Ei,Li	10	- - -	Ki	-

Der Befall erfolgt fast ausschließlich an der Fichte, lediglich im Forstamt Mühldorf trat der Befall in zwei Kiefernbeständen auf.

Tabelle:24 Statistische Auswertung des Bestandesalter

Altersstufe	Durchschnittliches Bestands-Alter	Zahl der Bestände
1-10	10	1
11-20	- - -	-
21-30	- - -	-
31-40	- - -	-
41-50	- - -	-
51-60	50,55,58,54	4
61-70	67,66,70,65,60,70	6
71-80	74	1
über 80	90	1

Hallimaschbefall an der Fichte erscheint auf der Schotterebene schlagartig in der Altersstufe 50-70. Der Kulturbefall stammt aus einer Kiefernkultur im Forstamt Mühldorf.

VI. Zusammenhang zwischen Standort,Bestandeszusammensetzung und Hallimaschbefall

In keinem der untersuchten Wuchsgebiete trat der Einfluß des Standortes auf den lokal begrenzten Befall so klar zu Tage , wie auf den Niederterrassenschottern der Münchener Schotterebene. Der Befall erfolgt in großen, geschlossenen Fichtenrevieren , die in ihrer Gleichförmigkeit beste Vergleichsmöglichkeiten bieten. Zum andern verläuft die Bodenbildung auf den Schotterfeldern relativ einheitlich,

so daß die Ausscheidung von Standortseinheiten nicht durch wechselnde geologische Schichtenfolge, sowie unterschiedliche Exposition erschwert ist.
Es soll daher in diesem Abschnitt ausführlich auf die örtlichen Standorts- und Befallsverhältnisse eingegangen werden, die 1965 bis 1967 im Höhenkirchner Forst eingehend untersucht wurden.
Die dabei getroffenen Aussagen gelten sinngemäß für die Forstämter Starnberg, Fürstenfeldbruck und Anzing, in denen sehr ähnliche Standorte anzutreffen sind.

II. Hallimaschbefall im Höhenkirchner Forst

Der Höhenkirchner Forst gehört zum Betriebsverband des Staatlichen Forstamtes Höhenkirchen und ist ein in sich geschlossener Waldkomplex.

Geologie:

Der Höhenkirchner Forst liegt mit seiner gesamten Fläche auf dem Niederterrassenschotterfeld . Die Niederterrasse ist aus fluviatilen Schotteranlandungen der Würmvereisung des jüngsten Inn/Chiemseegletschers entstanden. Sie steigt von Norden nach Süden allmählich , aber stetig von 561 bis 595 m über N.N. an. Das weit ausgedehnte Schotterfeld ist jedoch durchaus kein gleichförmiges Gebilde ,sondern von flachgründigen Rinnen der nacheiszeitlichen Strömungslandschaft durchzogen, die im Gelände kaum sichtbare Stufen ergeben. Große und zwar die älteren Schotterflächen sind außerdem mit einer wechselnden Lößlehmdecke überdeckt.

Böden:

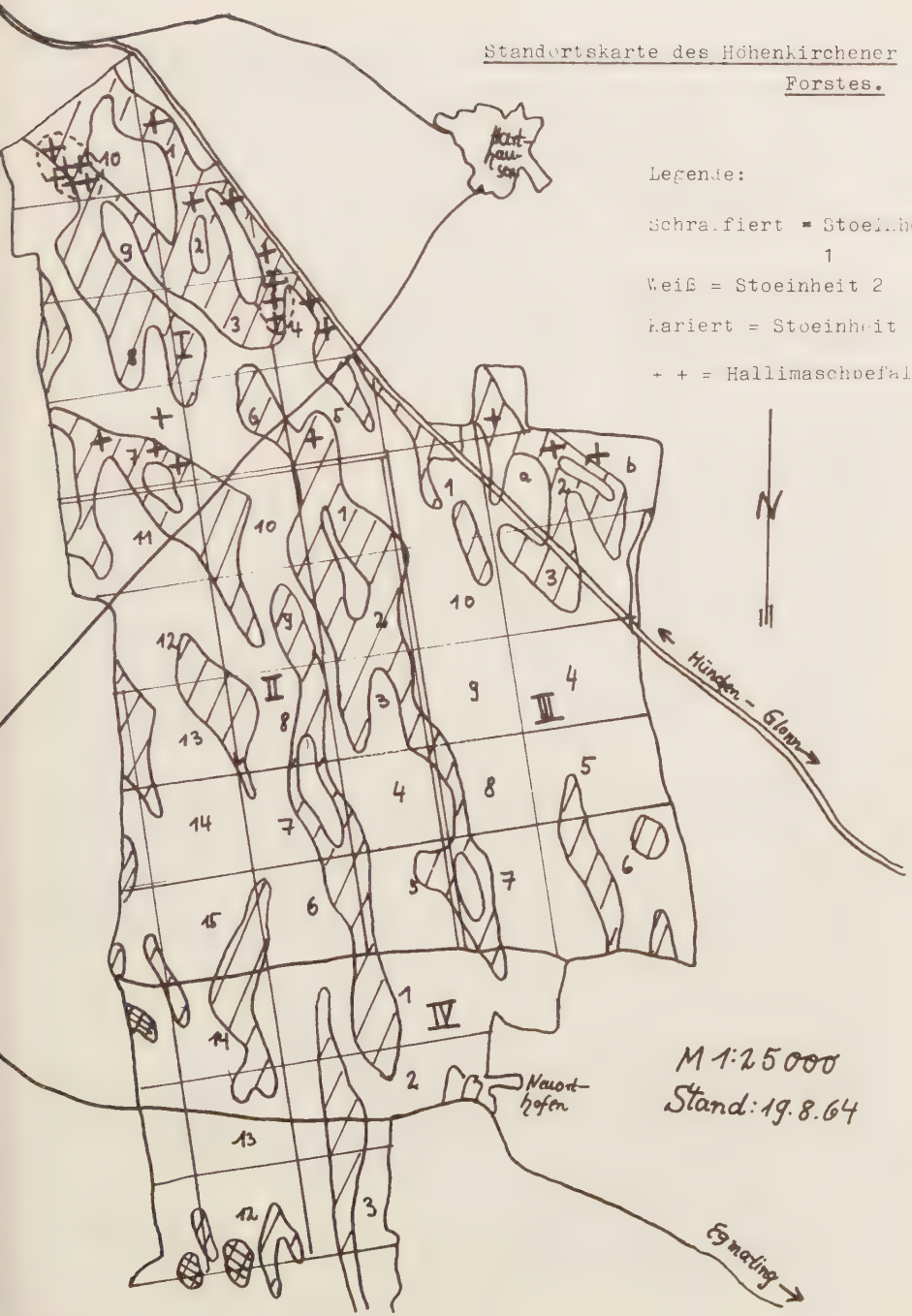
Auf den Schotterflächen sind sandig lehmige, gelblich-braune Verwitterungsschichten entstanden. Diese sind auf den älteren Schottern tiefgründiger. Die jüngeren Schotter sind flachgründiger, wesentlich kiesreicher und durchlässiger. Auf die Altschotter der Niederterrasse ist Löß aufgeweht. Diese Staublehmüberlagerungen sind besonders im südlichen Teil zu finden und können auf begrenzten Teilflächen 30-40 cm erreichen.

Standortseinheiten:

Auf der Niederterrasse lassen sich drei Standortseinheiten abgrenzen:

1. Flach- bis mittelgründige, mäßig trockene Schotterverwitterungsböden der mittelalten Niederterrasse mit einer durchschnitt-

Standortskarte des Höhenkirchener Forstes.



lichen Verwitterungstiefe von 20-40 cm.Teilweise geringe Staublehmauflage von maximal 5 cm. (Auf der Standorts - karte schraffiert).

2. Mittelgründige,mäßig frische Schotterverwitterungsböden der mittelalten Niederterrasse mit einer Tiefe von 30-50 cm und einer Staublehmauflage von 5-30 cm.(Auf der Standortskarte weiß).
3. Tiefgründige,mäßig frische bis frische Schotterverwitterungsböden der älteren Niederterrasse mit einer Tiefe von 40-60 cm und einer Staublehmüberdeckung von 30 cm. (Auf der Standortskarte kariert).

Klima:

Mittlere Jahrestemperatur mit 7°C etwas unter dem Landesdurchschnitt,in der forstlichen Vegetationsperiode Mai - August 14,5°. Niederschläge im Höhenkirchner Forst 950 mm,davon die Hälfte in der Vegetationszeit.Dabei erhält der Nordteil nur etwa 900 mm,der Südteil dagegen schon etwa 1000 mm.
Hervorzuheben ist die besondere Spätfrostgefahr (oft noch Mai bis Anfang Juni Spätfrost),sowie die häufig zu Beginn der Vegetationszeit Ende April bis Anfang Mai eintretenden Trockenperioden.

Hallimaschbefall:

Die Hallimaschschäden erreichen im Höhenkirchener Forst in einigen Beständen ein beträchtliches Ausmaß.Es war wohl ein glücklicher Zufall,daß die Untersuchungen noch 1966 durchgeführt wurden.Es sind nämlich gerade die durch Hallimaschbefall stark verlichteten Bestände des Distriktes I des Höhenkirchner Forstes im Herbst 1966 und Frühjahr 1967 Windwurfkatastrophen zum Opfer gefallen.
Die Erkrankung tritt in Distrikt I auf,und zwar in den Beständen I 10 b ^{1},I 4 ^{1},I 1 a^1,I 8 a^1 und I 7 a^1.

Als Beispiel sei der Befall in I 10 b ^{1} geschildert: Alter 55,Fichtenbestand mit einzelnen Kiefern.Hier erwies sich der Erreger als derart virulent,daß in dem erst 55 jährigen Fichtenbestand zwei typische Überbelöcher entstanden sind,in denen im Umkreis von etwa 30 m alle Bäume abgestorben sind.
An den Rändern geht der Befall weiter,auch in den noch relativ geschlossenen Bestandesteilen finden sich erkrankte Bäume.

Massenhafte Fruchtkörperbildung im Herbst 1965 zeigte eindrucksvoll die Verbreitung des Hallimasch auf der gesamten Fläche, vor allem an den Wurzelstöcken in den Befallslöchern. Ebenso reichlich erschienen die Fruchtkörper auch an den Wurzelanläufen äußerlich noch gesund erscheinender Fichten. Dadurch wurde das Ausmaß der eventuell noch zu erwartenden Ausfälle deutlich. Noch mehr Fruchtkörper konnten im Herbst 1966 beobachtet werden.
Der Befall in den genannten Beständen hat zur Durchlöcherung und Verlichtung geführt. Stärkere Schäden waren auch noch im Distrikt III in 2 a ^{o} und b ^{o} eingetreten, hier zum Teil auch an der beigemischten Kiefer. In den nicht aufgeführten Beständes des I. Distriktes, die über 5o jährig sind, ist der Befall sporadisch und ohne Auswirkung auf das Bestandsbild.

Starker Hallimaschbefall bleibt auf den Nordteil des Höhenkirchener Forstes beschränkt. Schon im Mittelteil, in den Distrikten II und III (mit Ausnahme von III 2 a ^{o} und b ^{o}) erkrankten Bäume nur noch sporadisch, im Südteil im Distrikt IV fehlt der Befall.
Die Befallsstandorte wurden in die Nutzungskarte einkartiert und anschließend die Standortseinheiten anhand der Standortskarte ermittelt. Die Ergebnisse wurden im Gelände überprüft. Bei insgesamt 70 Fichten in den Befallsstandorten wurde im Zusammenhang mit Infektionsversuchen der Boden am Stammfuß aufgegraben und die Tiefe der Verwitterungsschicht festgestellt. Das Ergebnis ist in der abgebildeten Standortskarte des Höhenkirchner Forstes eingetragen (Abb. 1): Die befallenen Bestände stöcken alle auf den flachgründigen Böden der Standortseinheit 1.

Zusammenhang zwischen Standort und Befall:

Zur Verdeutlichung der besonderen Standortsverhältnisse des Nordteils des Höhenkirchener Forstes soll noch einmal an die geologische Entstehung der Schotterebene erinnert werden: Die Niederterrasse ist aus den Schmelzwässern der zurückgehenden Würmvereisung aus dem Moränegürtel im Süden her aufgeschottert worden. Die Nordteile sind daher am weitesten von der Moräne entfernt.

Daraus resultieren folgende standörtliche Besonderheiten:

1. Der Nordteil des Höhenkirchener Forstes ist geologisch am jüngsten. Die Böden weisen daher die flachgründigste Verwitterungsschicht auf.
2. Eine Staublehmüberdeckung fand nur in geringerem Maße statt.
3. Die Schotterebene steigt nach Süden zur Moräne hin stetig an. Dadurch gerät beispielsweise für die wärmeliebende Eiche der Temperaturfaktor langsam ins Minimum, sodaß auf der Moräne schließlich die Buche in der natürlichen Waldgesellschaft zur dominierenden Baumart wird. Der Nordteil hat also etwas höhere Durchschnittstemperaturen. Im Zusammenhang mit der steigenden Höhenlage nehmen auch die Niederschläge nach Süden zu. Der Nordteil erhält nur etwa 900 mm, der Südteil dagegen bereits 1050 mm!

Der Distrikt I im Norden ist daher zum einen durch seine flachgründigeren, durchlässigeren Böden, zum anderen durch geringere Niederschläge gegenüber den tiefgründiger verwitterten Schottern des Südteils mit höheren Niederschlägen charakterisiert. Innerhalb des Nordteils sind nur 2 Standortseinheiten zu unterscheiden. Der Befall tritt nur auf den flachgründigen Böden der ersten Standortseinheit auf.

Aus der Beschreibung der Standortsverhältnisse wird deutlich, daß die flachgründigen, durchlässigen Böden im Norden des Höhenkirchener Forstes den ungünstigsten Wasserhaushalt besitzen. Der gerade auf diesen Standorten eintretende Hallimaschbefall steht ohne Zweifel im Zusammenhang mit hier häufigen Trockenklemmen der aufstockenden Fichtenbestände.
Im Einklang damit steht das erste Eintreten des Befalls in den älteren Beständen. Die Hallimaschschäden beginnen schlagartig in der Altersstufe der 50-60 jährigen Bestände und erreichen hier gleich ein Ausmaß, daß es zur Bestandsauflösung kommen kann.
Hierzu ein Beispiel: In dem schon beschriebenen Bestand I 10 b [1] ist durch die starke Verlichtung in den Sterbelöchern bereits die Verjüngung eingeleitet worden. Obwohl die Jungfichten und -tannen teilweise direkt in die Stockachseln befallener Wurzelstöcke angepflanzt wurden, ist keine einzige Pflanze befallen, obgleich

ringsum laufend Altfichten infiziert werden! In der anschließenden Unterabteilung I 10 b^2 steht ein Fichten-Kiefernstangenholz, etwa 30 jährig, in dem die Fichten noch geschlossen ohne jeden Befall stehen. Die Virulenz des Erregers zeigte sich hier nur an drei absterbenden Kiefern mit eingeklemmter Krone. Trotz gleicher Standortsverhältnisse kann der Hallimasch nur an den über 50 jahrigen Fichten virulent werden.
Gerade dieser durch Untersuchungen gesicherte, recht eindrucksvolle Tatbestand (in I 10 b^2 wurden stichprobenartig 15 Fichten auf eventuell vorhandenen Befall untersucht, sie erwiesen sich alle als gesund) gibt Aufschluß auf die Bedingungen, die auf der Schotterebene zum Befall führen.

Der Nordteil des Höhenkirchener Forstes erhält rund 900 mm Jahresniederschlage. Durch die gunstige Verteilung (etwa die Hälfte, also 450 mm fallen während der Vegetationszeit Mai-August) ermöglichen sie der Fichte in den jungeren Altersstufen ausreichende Wuchsbedingungen.
Kritisch wird die Wasserversorgung erst in dem Alter, in denen die Bestände auf die Schotterschicht des Unterbodens stoßen. Diese reinen Schotter sind durch ihre fluviatile Entstehung sehr feinerdearm, daher fur die Fichte praktisch nicht durchwurzelbar. Die Schotter besitzen keine Wasserspeicherfähigkeit und wirken so zusätzlich als Drainage des an sich schon recht durchlässigen Oberbodens. Die Fichten sind daher gezwungen, durch intensive seitliche Durchwurzelung des flachgründigen Oberbodens ihren mit dem Alterwerden zunehmenden Wasserverbrauch zu decken. Dies ist im vollbestockten Bestand nur in begrenztem Umfang möglich, da sich die Wurzeln gegenseitig bedrangen.

In dieser Ausgangslage, die in den 40-60 jahrigen Beständen erreicht wird, wirkt sich die Flachgrundigkeit der Standortseinheit 1 verhängnisvoll aus. Dem sandig lehmigen Schotterverwitterungsboden mit einer Tiefe von nur 20-40 cm fehlt die Staublehmüberdeckung entweder ganz, oder sie beträgt weniger als 5 cm.
Dies führt in <u>älteren Beständen</u> schon <u>während kürzerer Trockenperioden zur Auspumpung des intensiv durchwurzelten Oberbodens.</u>
<u>Die unausbleiblichen Trockenschaden sind die Ursache des anschließend erfolgenden Hallimaschbefalls.</u>

Auf der zweiten Standortseinheit des Nordteils gestaltet sich der Wasserhaushalt durch die tiefgründigere Verwitterungsschicht von 30-50 cm zusammen mit einer Staublehmauflage von 5-30 cm ausgeglichener, so daß schon hier der Befall unterbleibt.
Je weiter man nach Süden kommt, umso mehr tritt der Befall auch auf der Standortseinheit 1 zurück, da hier allmählich der Niederschlag wie auch die Gründigkeit und Staublehmdecke zunehmen.
Im Distrikt IV ganz im Süden mit den relativ besten Standorten ist Hallimaschbefall infolge günstiger Wasserversorgung der Bestande nicht mehr anzutreffen. Aufschlußreich ist auch ein Vergleich zu der allerdings nur maximal mit 20 % am Bestandesaufbau beteiligten Kiefer. Diese erweist sich auf den trockneren Standorten der Fichte überlegen, was durch die bessere Bonität von I,5 gegenüber der Fichte II,0 zum Ausdruck kommt. Hallimaschbefallenen Kiefern sind im Höhenkirchener Forst selten, es finden sich sporadisch unterdrückte Exemplare mit verkümmerten Kronen.

Die im Forstamt Höhenkirchen eingehend untersuchten Befallsursachen konnten in den Beständen der Forstämter Fürstenfeldbruck und vor allem Starnberg bestätigt werden. Auf den Schotterebeneflachen des Forstamtes Starnberg verursacht der Befall die stärksten überhaupt festgestellten Schäden. In diesen drei Forstämtern war außerdem ein Vergleich mit den Fichtenbeständen auf Moräne möglich, die an die Schotterebene anschließt. In allen drei Forstämtern bleiben die Fichtenbestände auf der Moräne gesund.
Auf den tiefgründig verlehmten Böden gestaltet sich der Wassernaushalt zusammen mit der jeweils etwas höheren Niederschlagsmenge günstig. Auf diesen Standorten erweist sich die hier von Natur aus heimische Baumart als wuchskraftig und daher befallsfrei.
Im Forstamt Anzing sind die Ursachen des Befalls auf Niederterrassenschotter an sich ohne weiteres mit den übrigen Schotterebenestandorten vergleichbar. Hier wirken sich jedoch zusätzlich die starken Schälschaden, verursacht durch hohen Wildstand im Ebersberger Forst, aus. In dem untersuchten Hallimaschbestand wiesen mehr als die Halfte der Baume Schalschaden auf, so daß Hallimaschbefall hier im Zusammenwirken mit Wundfäuleerreger zu den Ausfällen führte.

Zusammenfassung und Vergleich der Befallsursachen

Im ersten Teil (B) wurden die Standortsverhältnisse und Befallsursachen in den verschiedenen Wuchsgebieten dargestellt. Darauf aufbauend soll nun versucht werden, durch einen überregionalen Vergleich festzustellen, inwieweit in den verschiedenen Standorten Gemeinsamkeiten auftreten, die allgemein gültige Aussagen über die Ursachen des Hallimaschbefalls ermöglichen.
Für das Gelingen einer Infektion sind sowohl die Virulenz des Erregers, als auch die Disposition des Wirtes entscheidend (GÄUMANN 1951). Deshalb sollen im folgenden Abschnitt die Standortsfaktoren, die die Agressivität des Hallimasch, sowie die Disposition der Bäume beeinflussen, getrennt beurteilt werden.

1. Der Einfluß des Standortes auf die Agressivität des Hallimasch.

I. Die Bedeutung der saprophytischen Ernährungsquellen.

Die Infektion durch Armillaria mellea nimmt primär ihren Ausgang von einer saprophytischen Ernährungsquelle,d.h.von totem Holz. Erst wenn die erste Infektion geglückt ist, dringt der Erreger von befallenen Bäumen weiter im Bestand vor. Das Vorhandensein von toten Wurzelstöcken ist eine entscheidende Voraussetzung dafür, daß Hallimaschbefall überhaupt erfolgen kann. Für den Befall besonders in den Kulturen sind daher die übriggebliebenen Wurzelstöcke des Vorbestandes als Infektionsquellen von Bedeutung.
Nach den Angaben in der Literatur (SCHWERDTFEGER 1957) steigern Laubholzwurzelstöcke, vor allem von Buche, durch die optimalen Ernährungsbedingungen , die sie dem Erreger bieten, dessen Infektionstüchtigkeit.
Meine Untersuchungen in den befallenen Beständen brachten folgendes Ergebnis: Insgesamt trat der Befall in 27 reinen Nadelwaldbeständen (Fi,Ta,Ki), sowie in 26 Nadelholz-Laubholz-Mischbeständen auf.

Kulturbefall war dabei in sieben Fällen vertreten. Der Vorbestand dieser Kulturen setzte sich folgendermaßen zusammen:

Forstamt	Zahl der Kulturen	Vorbestand
Mühldorf	1	Fi, Ki
Mitterfels	2	Bu, Fi
Flachslanden	2	Ki, Fi
Treuchtlingen	1	Bu, Fi
Rothenburg	1	Bu, Fi

In vier Kulturen war der Vorbestand Buche und Fichte. Der Befall ging soweit feststellbar sowohl von den infizierten Buchen- wie auch Fichtenstöcken aus. Starker Befall um Buchenstöcke war lediglich in Mitterfels festzustellen. In den drei übrigen Fällen war die Infektion nur von Nadelholzstöcken (Fichte oder Kiefer) aus erfolgt. Aus diesen Zahlen wird ersichtlich, daß Armillaria mellea durchaus in der Lage ist, die Nadelholzstubben des Vorbestandes als saprophytische Ernährungsgrundlage zum anschließenden Befall ebenso auszunützen wie Buchenwurzelstöcke.
In den älteren Beständen haben die Wurzelstöcke des Vorbestandes keine Bedeutung für die Infektion. Hier befällt der Erreger die im Zuge der periodischen Durchforstungen entstehenden frischen Wurzelstöcke. Die Infektion wird von erkrankten Bäumen aus weiter verbreitet.
Ergebnis :
Die Art des Vorbestandes hat für den Befall in Kulturen keine Bedeutung. Eine Steigerung der Agressivität von Armillaria mellea durch Laubholzstöcke als Infektionsquelle konnte nicht festgestellt werden. In älteren Beständen wird der Befall von frischen Stöcken und schon infizierten Bäumen weiter verbreitet. In über der Hälfte der befallenen Altbestände waren überhaupt keine Laubholzstöcke vorhanden. Daraus geht hervor, daß Nadel-

holzwurzelstöcke als saprophytische Ernährungsgrundlage, deren Bedeutung für die Infektionstüchtigkeit der Rhizomorphen GARRETT (1956) nachgewiesen hat, ebenso geeignet sind wie Laubholzwurzelstöcke.

II. Die Bedeutung der Bodenverhältnisse auf die Agressivität von Armillaria mellea.

Hallimasch tritt innerhalb der verschiedenen geologischen Stufen von Jura, Keuper, Urgestein und Schotterebene virulent auf. Die Bodentypen reichen von den flachgründigen, trockenen Kalkrendzinen und Schotterverwitterungsböden des Jura und der Niederterrassenschotter über die schweren Lettenböden des Keuper bis zu den tiefgründigen Fließerden des Bayerischen Waldes. Die Zusammenstellung der Bodeneigenschaften macht eher die Gegensetzlichkeit der Verhältnisse der einzelnen Standorte deutlich, als daß sie auf Gemeinsamkeiten schließen läßt, die Rückschlüsse auf die Ansprüche des Pilzes geben könnten; auffallend war lediglich, daß auf Böden mit starker Versauerung und Rohhumusauflage nur selten Befall auftritt (nur 2 Bestände). In den meisten Beständen handelte es sich um tätige Böden mit gutem Basenumlauf, viele Standorte im Jura und auf den Schottern zeichnen sich durch hohen Kalkgehalt im Oberboden aus.
Hier ist ein Vergleich mit dem standörtlichen Auftreten der Rotfaule in Bayern aufschlußreich, das von ROHMEDER (1952) untersucht wurde. Im Zusammenhang mit den pH-Werten der Böden fand er eine sehr ähnliche Ausgangslage: Die Rotfaule fehlt auf sehr stark saurem Boden, Fichten auf Moorböden bleiben vom Befall verschont. Insbesondere pH-Werte über 5 sind in Rotfäulestandorten häufig. Auch hier wird gleichzeitig betont, daß hierbei keine Gesetzmäßigkeit vorliegt, da sowohl Befall in sauren Böden, wenn auch nur in geringerem Maße vorkommen kann, zum anderen auf Böden mit pH-Werten über 5 zum Teil unterbleibt. KATO (1967) fand beim Befall durch Rotfäule in Niedersachsen ebenfalls, daß höhere Basen- und Kalkreichtum durchschnittlich den Befall erhöht.
RISBETH (1950), untersuchte die Bedeutung des pH-Wertes für die Rotfäule. Er prüfte das Wachstum von Fomes annosus in infizierten Holzstücken in Böden und stellte fest, daß bei sinkenden

pH-Werten sich der Zeitraum, in dem der Pilz im Holz am Leben bleibt, immer mehr verkürzt. Eine Erklärung hierfür lag in der antagonistischen Wirkung von Trichoderma viride. Dieser Pilz hemmt bei zunehmender Bodenversauerung das Wachstum von Fomes annosus, dem dann ein oberflächliches Wachstum auf der Wurzelrinde nicht mehr möglich ist. Im Bereich des Neutralpunktes verschwindet die hemmende Wirkung von Trichoderma viride.
Daß diese Verhältnisse durchaus auch für Armillaria mellea von Bedeutung sein könnten, geht aus Untersuchungen von BLISS (1951) hervor. Er stellte bei Bekämpfungsversuchen mit Schwefelkohlenstoff CS_2 gegen Armillaria mellea fest, daß Trichoderma viride auch gegen den Hallimasch antagonistisch wirkt. Bei nur schwacher Giftdosis, die auf keinen der beiden Pilze tötlich wirkte, wurde Armillaria mellea regelmäßig von Trichoderma viride überwachsen und abgetötet.

Die Beobachtung, daß Hallimasch ähnlich wie die Rotfäule auf stark sauren Standorten kaum virulent wird, während gerade auf Jurastandorten mit hohem Kalkgehalt im Oberboden starke Ausfalle auftreten, könnte hypothetisch ihre Ursache im Antagonismus zwischen Armillaria mellea und Trichoderma viride haben.

Der Wasserhaushalt der Böden konnte mit den Ansprüchen von Armillaria mellea an seine Umwelt überhaupt nicht in Beziehung gesetzt werden. Theoretisch wäre zu erwarten gewesen, daß Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt das Wachstum des Pilzes und damit seine Virulenz steigern würden. Hallimaschbefall erfolgt jedoch vor allem auf Böden mit gestörtem Wasserhaushalt. Gerade die Gegensätzlichkeit von ausgesprochenen Trockenstandorten auf der einen, und zeitweilig vernäßten Böden auf der anderen Seite läßt nur erkennen, daß Armillaria mellea sehr anpassungsfähig an die verschiedensten Bodenfeuchteverhältnisse ist. Sogar zeitweise Austrocknung beeinträchtigt ihn in seiner Virulenz nicht.

Der Einfluß des Standortes auf die Disposition der Bäume.

Die Untersuchung der Standortsfaktoren im Hinblick auf eine Steigerung der Agressivität des Erregers reichte nicht aus, um das örtlich begrenzte Auftreten starker Hallimaschschäden zu erklären. Dagegen konnte enger Zusammenhang zwischen Standortseigenschaften und den Wuchsverhältnissen festgestellt werden.

Dies gilt vor allem für die Fichte, die weitaus am stärksten befallen war. Die Schadensstandorte liegen im Keuper, Jura und auf der Schotterebene. Die Standortsverhältnisse, die bei der Beschreibung der einzelnen Wuchsgebiete dargelegt wurden, sind teilweise recht unterschiedlich. So liegen die Niederschlage in Mittelfranken mit durchschnittlich 590-680 mm weit unter denen der Münchener Schotterebene von rund 800-950mm. Der Jura nimmt hier eine Mittelstellung ein.
Die Gemeinsamkeit der Befallsstandorte aller drei Wuchsgebiete liegt darin, daß sie die Wachstumsbedingungen der Fichte in der gleichen Richtung beeinflussen: Bodenart und Bodengründigkeit, Exposition und Relief zwingen in der Summe ihrer Einzelwirkungen die Fichte zu nur flachgründigem Wurzelwachstum. Dies wird einmal durch im Unterboden anstehende, nicht durchwurzelbare Schichten, und zwar im Keuper durch die schweren Letten, im Jura durch das Kalkgestein und auf der Schotterebene durch den reinen Schotter hervorgerufen. Anderseits sind auch tiefgründige Böden fur die Fichte physiologisch flachgründig, wenn durch Bodenverdichtung in ebener Lage Perioden der Versumpfung mit solchen der Austrocknung abwechselnd erfolgen.
Zu dieser gemeinsamen Flachgrundigkeit tritt nun gleichzeitig der gestörte Wasserhaushalt. Im Keuper reicht schon die geringe Niederschlagsmenge an sich für einen ausreichenden Wasserhaushalt des Oberbodens in bestimmter Exposition (Oberhang, Verebnung) nicht mehr aus. Im Jura wirkt die starke Durchlassigkeit des Muttergesteins in oberer Hanglage verschärfend. Auf Schotterboden schließlich führt in ebener Lage die Flachgründigkeit zusammen mit der geringeren Wasserspeicherleistung des Oberbodens und der starken Durchlässigkeit des Schotters bei relativ hohen Niederschlagsmengen zur zeitweisen Austrocknung.

Aus diesen Standortsverhältnissen resultieren in allen festgestellten Befallsstandorten der drei Wuchsgebiete zeitweise Trockenklemmen der aufstockenden Bestande. Gerade dagegen ist jedoch die Fichte besonders empfindlich. Nach KÖSTLER (1955) ist ein konstantes, hohes Maß von Bodenfeuchtigkeit, vornehmlich in den obersten Bodenschichten, eine der wichtigsten Lebensbedingungen. und zwar in um so höherem Maße, je flachgründiger der Boden ist! Die natürlichen Hauptverbreitungsgebiete weisen Jahresniederschläge von 900 mm und mehr auf.
MERKER (1967) hat die osmotischen Werte des Saftes der Fichtenrinde bei verschiedenen Wetterlagen gemessen. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, wie empfindlich gerade diese Baumart auf unterschiedliche Bodenfeuchte reagiert. Schon warme Sonnentage ohne Niederschläge lassen die osmotischen Werte in der Rinde des Stammes, von 9-10 atü bei Regen, auf 12-14 atü ansteigen. So kommt es bei jeder längeren Schönwetterlage tagsüber schon zu Welkezuständen. Bei größerer Trockenheit steigen die osmotischen Werte auf 18-24 atü in der Stammrinde, während bei normaler Wetterlage in taureichen Nächten sofort die Turgeszenz mit osmotischem Wert von 9-10 atü steigt.

Übereinstimmung findet sich in allen Befallsstandorten bei den Bestandesaltersstufen, in denen die Hallimaschschäden auftreten. Der Befall erfolgte im Jura erstmals in der Altersstufe der 40-50 jährigen Fichten, im Keuper und auf der Schotterebene in den 50-60 jährigen Bestanden. Auffallend war das Ergebnis, daß jüngere Bestande befallsfrei blieben, selbst wenn sie in Mischung mit erkrankten Altbestanden standen, da sich ihre Wasserversorgung noch relativ ausgeglichen gestaltete. Dies bestätigt den ursächlichen Zusammenhang zwischen Trockenschaden in älteren Fichtenbeständen und dem Befall durch Armillaria mellea.
In teilweisem Widerspruch dazu steht der Befall in drei Fichtenkulturen. Während in einem Falle (Rothenburg) die Fichten unter starker Wechselfeuchte litten und daher eine Primarschadigung vorlag, konnte der Befall in den beiden Beständen in Mitterfels noch nicht erklärt werden.

Die beobachtete weitgehende Resistenz der in den befallenen Fichtenbestanden teilweise beigemischten Tannen, Kiefern und Buchen kann schließlich ebenfalls als Indiz für die Befallsursache bei der Fichte herangezogen werden. Sie erklärt sich daraus, daß die Mischbaumarten auf den betreffenden Standorten eine größere Anpassungsfähigkeit besitzen (bessere Erschliessung des Unterbodens durch Tanne und Buche, höhere Trockenresistenz der Kiefer). Die bessere Wuchsleistung von Tanne, Buche und Kiefer wird durch ihre höhere Bonität auf diesen Standorten verdeutlicht.
Die Zusammenhänge bei standörtlich stärkerem Befall der Fichte durch die Rotfäule sind sehr ähnlich. ROHMEDER stellt in seiner bereits erwähnten Arbeit fest, daß auf durch Streunutzung, Weidebetrieb oder Stockrodung oberflächlich verdichteten Böden, auf schweren Keuperstandorten und physiologisch flachgründigen Boden der Befall besonders schwer ist. Die Fichte bleibt auf gleichmäßig feuchten bis frischen Böden am gesundesten. Ausgesprochene Trockenlagen, sowie stark vernäßte oder wechselfeuchte Standorte fördern den Befall.

Die Fichte ist in den ermittelten Befallsstandorten im Keuper, Jura und auf der Münchner Schotterebene weder natürlich verbreitet, noch standortsgemäß. Die hier häufig auftretenden Trockenklemmen der Fichtenbestände führen zu laufenden Trockenschäden der im Wasserverbrauch anspruchsvollen Baumart, die dadurch für den sekundären Hallimaschbefall disponiert wird.

I. Der Befall an der Tanne.

Hinter den schweren Schäden, die der Hallimaschbefall an der Fichte alljährlich hervorruft, treten die Ausfälle bei der Tanne stark in den Hintergrund. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Tanne nur noch zu rund 3% am Aufbau der Bayerischen Staatsforsten beteiligt ist, während die Fichte 50% der Bestockung ausmacht. Ein echter Vergleich der Anfälligkeit zwischen Fichte und Tanne ist daher nicht möglich.

Der Befall kann einerseits ebenso nach Trockenschäden wie bei der Fichte erfolgen, wie der Befall in einigen Kalkrendzina-standorten im Jura aufzeigte. Die Hauptschäden liegen allerdings auf tiefgründigen Böden im Jura, Bayrischen Wald und Frankenwald, in denen die Wasserversorgung durchaus gewährleistet erscheint.

Die Übereinstimmung der Standortsverhältnisse ergab sich aus der Bestandeszusammensetzung. Besonders in den Forstämtern Kelheim/Nord und Cham, in denen auf tiefgründigen, frischen Böden starker Befall auftrat, handelte es sich um Tannen- Fichtenmischbestände. Die Schäden waren vor allem dort erfolgt, wo die Tanne horstweise im Reinbestand erwachsen war.
Im Reinbestand und in Mischung nur mit der Fichte entwickeln sich die Tannenkronen ungünstig. Die unteren Äste sterben ab, die Krone schiebt sich zu hoch hinauf. Diese sogenannten Schwundkronen waren typisch für die Befallsstandorte in Kel - heim/Nord und Cham.
In dem Bestand in Viechtach beschränkten sich die Ausfälle auf Tannen mit stark eingeklemmten Kronen. Die Erkrankung ist hier eine sekundäre Folge der für die Tanne besonders ungünstigen Bestandesausformung, die bei dem Tannensterben in einigen Verbreitungsgebieten immer als eine der Ursachen der Ausfälle gefunden wird (DANNECKER 1941), bei dem auch Armillaria mellea beteiligt sein kann (NEGER 1908, MÜNCH 1932) .

Eine weitere Ursache des Befalls im Forstamt Cham lag in ei - nem katastrophalen Spätfrost 1958, von dem sich die Tannen bis heute noch nicht richtig erholt haben, so daß jetzt noch freistehende Alttannen, die vom Frost besonders schwer betroffen waren, befallen werden.
Insgesamt stellen sich die Hallimaschschäden an der Tanne übereinstimmend als Folge ungunstiger Bestandeszusammenzusammensetzung im Reinbestand oder in Tannen - Fichtenmischbeständen dar.

Der Befall dieser empfindsamen Baumart, die auf die Dauer nur im Plenterwald oder sehr gemächlichen Femelschlagbetrieb zusagende Lebensbedingungen findet (KÖSTLER 1957), kann allerdings auch auf Frostschäden (Cham) oder Trockenheit (Jura) zurückzuführen sein.

II. Befall an der Kiefer.

Befall in älteren Kiefernbeständen war nur in drei Fällen anzutreffen. Zwei Bestände (Monheim, Dombühl) stockten auf wechseltrockenem Tonboden: Hier stand der Befall im Zusammenhang mit der starken Wechseltrockenheit und verursachte an Kiefer und Fichte gleichermaßen schwere Ausfälle.
Starke Schaden traten in Kiefernkulturen in Flachslanden (2 Kulturen), Mühldorf (1 Kultur) und dem bisher noch nicht genannten Steigerwaldforstamt Burgebrach (2 Kulturen) auf.
Ein Zusammenhang mit standörtlichen Besonderheiten konnte nicht festgestellt werden. Insgesamt war die Zahl der befallenen Kiefernkulturen zu gering, um näheren Aufschluß über die Ursachen des Befalls zu erhalten.

IV. Befall an anderen Baumarten.

Neben Befall an Fichte, Tanne und Kiefer konnten im Forstamt Dombühl auch noch einige befallene Stroben (Pinus strobus) gefunden werden.
Bemerkenswert ist dagegen die Resistenz unserer Laubbäume.
Im Verlaufe dieser Untersuchung wurde Befall an Laubbäumen durch ganze zwei Bäume belegt . Es handelte sich um eine Eiche (Quercus sessiliflora) im Forstamt Dombühl und eine Aspe (Populus tremula) im Forstamt Pielenhofen.
Der Frage nach der Anfälligkeit fremdländischer Baumarten in Bayern konnte im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath eingehender nachgegangen werden. Das Ergebnis sei im folgenden Abschnitt kurz dargestellt:

Untersuchungen über Hallimaschbefall im Forstlichen Exoten - anbaugelände des Versuchsgartens Grafrath.

Während der Monate Juli,September und Oktober 1967 konnte ich auf Anregung von Herrn Prof.Dr.Rohmeder den Hallimaschbefall an verschiedenen ausländischen Baumarten im Versuchsgarten Grafrath näher untersuchen.[1] Im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath werden fremdländische Baumarten kleinbestandsweise angebaut.Dadurch bot sich die einmalige Möglichkeit, der Frage der Anfälligkeit verschiedener exotischer Baumarten innerhalb eines in sich geschlossenen Areals nachzugehen.

a. Saprophytische Verbreitung des Erregers im Versuchsgarten.

Als Anhaltspunkte für die saprophytische Verbreitung diente die Zahl der infizierten Wurzelstöcke,sowie das Erscheinen von Fruchtkörpern.Armillaria mellea fand sich überall im Versuchsgarten als Stockholzzerstörer.An älteren Wurzelstöcken (vor allem bei Douglasie,Abies grandis und Buche) konnte Rhizomorphenausbildung beobachtet werden (Abb.1)[2]. Im Oktober 1967 trat eine außergewöhnlich reiche Fruchtkörperausbildung auf,und zwar sowohl an alten,als auch an frischen Wurzelstöcken,sowie an stehenden Bäumen (Abb.2).Dadurch wurde die starke Ausbreitung des Erregers besonders gut sichtbar.

b. Virulentes Auftreten des Erregers.

Ausfälle durch Hallimaschbefall sind im Versuchsgarten Grafrath schon seit Jahren zu verzeichnen.FABRICIUS berichtete schon 1930 vom Befall an einer Chamaecyparis lawsoniana.In gleichaltrigen Kulturen konnte anhand von abgetöteten und nicht entnommenen Bäumchen festgestellt werden,daß der Befall mindestens seit 5 - 8 Jahren andauerte.

[1] Dem Mitarbeiter des Institutes für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung, Herrn Josef Menzinger - Grafrath, bin ich für die Vorauswahl hallimaschbefallener Bäume und seine Mithilfe sehr dankbar.

[2] Die Abbildungen sind im Forstbotanischen Institut hinterlegt.

Liste der befallenen Baumarten.

Baumart	Zahl der befallenen Bäume im Alter		
	5 -15 (Kultur)	16- 30 (Dickung)	über 30 (Stangenholz)
Abies grandis	3	15	3
Abies cephalonica	1		
Abies procera	2		
Abies concolor	7		
Abies veitchii	1		
Abies homolepis	2		
Abies nordmanniana	2		
Abies grandis x concolor	7	(künstlich erzeugte Bastarde)	
Picea omorica	1		
Picea pungens glauca	5		
Pinus strobus	7	1	
Pinus austriaca			1
Larix europaea	1		
Chamaecyparis pisifera		1	
Chamaecyparis lawsoniana			22
Cryptomeria japonica		1	
Peudotsuga menziesii f.caesia		3	2

Aus der Aufstellung der befallenen Baumarten geht hervor, daß Infektionen durch Armillaria mellea bei unsgesamt 16 verschiedenen Nadelbaumarten, sowie einer künstlichen Kreuzung festgestellt werden konnten.
Auffallend ist, daß sich der Befall nur auf die fremdländischen Nadelbaumarten beschränkt. Die im Versuchsgarten ebenfalls in

größerer Zahl angepflanzten Laubbaumarten bleiben verschont.

Befallsstärke.

Die Gesamtzahl von 17 befallenen Baumarten erweckt zunächst den Eindruck starker Hallimaschschäden.Tatsächlich trifft dies bei den meisten aufgeführten Arten nichtzu.Bei über der Hälfte der genannten Arten wurde der Befall jeweils nur durch ein oder zwei Exemplare belegt,nämlich bei:
Abies procera,veitchii,homolepis,nordmanniana,cephalonica, Picea omorica,Pinus austriaca,Larix europaea,Chamaecyparis pisifera,Chryptomeria japonica.Zu dieser Gruppe ist auch Picea pungens glauca zu rechnen (5 erfaßte abgestorbene Exemplare),da frische Befallsstadien nicht gefunden werden konnten. (Mutmaßung: Pflanzschäden als einmalige Disposition?).
Es erscheint bei dieser Aufzählung nur die Tatsache an sich wichtig,daß die genannten Arten überhaupt durch Armillaria mellea befallen werden können.

Stärker war der Befall in der zweiten Gruppe:

a. Pinus strobus.
8 befallene Bäume in verschiedenen Befallsstadien (frisch infiziert bis abgestorben),hier schreitet die Erkrankung im Bestand fort.Das Absterben beruht allerdings meist auf dem Zusammenwirken zweier Erreger,nämlich Cronartium ribicola und Armillaria mellea,wobei der Weymouthskiefernblasenrost virulenter zu sein scheint und den Hallimaschbefall erst nach sich zieht:
Bei 7 erkrankten Stroben wurde gleichzeitig Cronartium- und Hallimaschbefall festgestellt.Es fanden sich aber auch mehrere Stroben,die nur vom Blasenrost infiziert waren,nur in einem einzigen Falle war ein Exemplar allein durch Hallimaschbefall abgestorben.(Abb.3).

b. Pseudotsuga douglasii f.caesia und f.viridis.

Insgesamt 6 infizierte Bäume (5 f caesia,1 f,viridis).Bezogen auf die relativ hohe Gesamtzahl der im Versuchsgarten angebauten Douglasien ist der Befall an sich nicht bedeutend.Bemerkenswert ist,daß eineAltdouglasie der forma viridis erkrankt war,obwohl gerade die Küstenform in der Literatur als immun bezeichnet wird (MÜNCH 1932 in SORAUER,Handbuch der Pflanzenkrankheiten).(Abb.4-6).

Gefährlich wird der Hallimaschbefall schließlich in der dritten Gruppe:

a. Chamaecyparis lawsoniana.

Hallimaschbefall tritt bei allen im Versuchsgarten stockenden Chamaecyparis lawsoniana - Kleinbeständen auf.Dabei handelt es sich meist um Einzelbefall.In einem Bestand (gegenuber der Tsuga canadensis Anpflanzung) ist der Schaden dagegen beträchtlich. Mehrere abgestorbene Bäume sind bereits entnommem worden,eine reiche Fruchtkörperausbildung im Oktober machte aber auf das noch zu erwartende Schadensausmaß aufmerksam.Bei 18 Bäumen waren am Stammfuß Fruchtkörper vorhanden,von denen 3 bereits durch den Erreger abgetötet waren.7 Exemplare waren am Wurzelanlauf bereits infiziert,während 8 Bäume noch vollkommen gesund erschienen. (Abb.7-11).In diesem Bestand sind daher für die Zukunft weitere Ausfälle zu erwarten.

b. Abies concolor.

Insgesamt 7 befallene Bäume.In Abies concolor - Kulturen reicht die Krankheit erstmals über den Einzelbefall hinaus.Es sind sogenannte "Sterbelöcher" entstanden,in denen das Fortschreiten des Erregers von einer Infektionsquelle ausgehend,anhand der abgestorbenen Bäume zurückverfolgt werden kann.(Abb.12).

c. Abies grandis.

Bei Abies grandis sind die Schäden am größten.In allen Bestanden des Versuchsgartens tritt Hallimaschbefall auf,und zwar über die verschiedenen Altersstufen Kultur,Dickung und Stangenholz.In den Kulturen (Alter 15-20 Jahre) sind wiederum typische Befallslöcher entstanden.Das laufende Absterben einzelner Bestandsglieder wird durch Verfärbung des jüngsten Nadeljahrgangs bis hin zur vollständigen Rotverfärbung und Nadelabfall sichtbar.
Als Beispiel soll ein größerer Bestand (in der Nähe des Tsuga canadensis Bestands) mit starkem Befall beschrieben werden.

Durch den Befall sind teilweise größere Lücken entstanden.Die Erkrankung muß schon seit mehreren Jahren fortdauern,da einige dürre Bäumchen,die im Alter 5-8 Jahren abgestorben waren,stehengeblieben sind (heutiges Alter der Pflanzung 15 Jahre).
In direkter Nachbarschaft befinden sich Pflanzungen von Abies lasiocarpa,Abies procera und Picea omorica,die befallsfrei sind. (Abb.13,14).

Erwähnenswert sind außerdem Infektionen an älteren Bäumen (Alter etwa 50) in einem anderen Bestand. (Abb. 15-18)

Im Zusammenhang mit dem Befall an Abies concolor und Abies grandis war aufschlußreich, daß die künstlich erzeugten Bastarde aus beiden Arten, nämlich Abies grandis x concolor ebenfalls anfällig sind: Insgesamt wurden 7 infizierte Bastarde gefunden, darunter 2, die nach mehrjährigem Nachlassen der Wuchsleistung erstmals Befallssymptome durch Gelbwerden der Triebspitzen zeigten (Abb. 19).

Besprechung der Ergebnisse.

Die ubiquistische Verbreitung von Armillaria mellea im Exotenanbaugelände des Versuchsgartens Grafrath wurde durch reiche Fruchtkörperbildung im Herbst 1967 sichtbar. Es liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, daß standörtliche oder betriebstechnische Besonderheiten des Versuchsgartens die Verbreitung gefördert hätten.
Armillaria mellea infiziert im Versuchsgarten nur Nadelbäume. Die Beobachtung, daß die im Exotenanbaugelande ebenso zahlreich vertretenen Laubbaumarten vollstandig befallsfrei bleiben, bestätigt das Ergebnis, daß in Waldgebieten Bayerns Laubbäume weitgehendst resistent gegen Hallimaschbefall sind.
Innerhalb der einheimischen und fremdländischen Nadelbaumarten lassen die Untersuchungen dagegen auf eine generelle Anfälligkeit schließen, wobei sich einige Arten als besonders anfällig ausscheiden lassen.
Im forstlichen Exotenanbaugelände des Versuchsgartens Grafrath ruft der Erreger an Abies concolor, Abies grandis und Chamaecyparis lawsoniana stärkere Schaden hervor. Besonders bei Abies grandis besteht der Verdacht auf stärkere Anfälligkeit.
Dies stützt sich auf folgende Beobachtungen:

1. Abies grandis ist in mehreren ,z.Teil größeren Beständen im Versuchsgarten angebaut. In allen Bestanden konnten Infektionen gefunden werden.
2. Abies grandis ist in verschiedenen Bestandesaltern vertreten (Kultur,Dickung,Stangenholz), alle Altersstufen werden befallen.
3. Das Schadensausmaß geht teilweise über den Einzelbefall hinaus und führt zu Lücken und Löchern im Bestandsgefüge.
4. In direkter Nachbarschaft zu einem stark befallenen Abies gran-

dis stehende Abies lasiocarpa,Abies procera und Picea omorica-Bestände blieben befallsfrei.Dadurch wurde die spezielle Anfälligkeit von Abies grandis sehr deutlich.

Zur Frage der Disposition der befallenen Exotenbestände in Grafrath läßt sich Folgendes sagen:

Hallimaschbefall konnte auch in der weiteren Umgebung des Versuchsgartens im Forstamt Fürstenfeldbruck,zu dessen Bereich der Exotenanbau gehört,in Privatwäldern bei Etterschlag sowie im Forstamt Starnberg festgestellt werden.Der Versuchsgarten Grafrath befindet sich also innerhalb eines Gebietes,in dem Hallimaschbefall durchaus nicht selten ist.Während aber in den Beständen in den Forstämtern Starnberg und Fürstenfeldbruck der Hallimaschbefall eine Folge von Trockenschäden auf flachgründigen Schotterebenstandorten ist,stocken die Exotenbestände auf Moräneboden.Hier sind Trockenschäden mit ziemlicher Sicherheit auszuschließen: Die Jahresniederschläge betragen im Mittel 880 mm,wovon etwa die Hälfte (434 mm) während der Vegetationsperiode fällt.
Die Bestände mit Hallimaschbefall stocken auf 2 Standortseinheiten:
1. Ziemlich flachgründiger,steiniger Kieslehmboden mit geringem Feinerdeanteil und Kiesuntergrund.Die Mächtigkeit des Verwitterungsbodens schwankt zwischen 0,2 und 1,0m.

2. Mittel - tiefgründiger,sandiger Lehmboden mit Mergeluntergrund.

Immerhin könnte es auf den flachgründigsten Teilen des steinigen Kieslehmbodens mit Kiesuntergrund ebenso zu Trockenklemmen kommen,wie in den Schotterebenestandorten.
Um die Tiefe der durchwurzelbaren Bodenschicht festzustellen,wurden zwei befallenen Abies grandis,Alter etwa 12- jährig,ausgegraben. (Abb.20,21).Beide Bäume wurzelten auf tiefgründigem,sandigem Lehmboden mit Mergeluntergrund.Der Wasserhaushalt auf diesem Standort ist also ausgesprochen günstig.Auf Grund dieser beiden Bodenprofile,der an sich ausreichenden Niederschlagsmenge sowie der Überlegung,daß selbst auf den flachgründigen Schotterebenestandorten Kulturen und Dickungen befallsfrei bleiben,können Trokkenschäden als Disposition für Hallimaschbefall außer Betracht gelassen werden.

Wahrscheinlicher ist dagegen die Vermutung,daß Frostschäden im Exotenanbaugelände als Primärursache für den Befall in Frage kommen.Durch die Arbeiten von FABRICIUS (1930) und DIMPFLMEIER (1957) ist festgehalten,welche schweren Frostschäden nach der extremen Kälte des Winters 1929/30 sowie nach dem Kaltlufteinbruch 1956 in den Exotenbeständen des Versuchsgartens entstanden waren. Vor allem Abies concolor und Chamaecyparis lawsoniana wurden in beiden Fällen besonders geschädigt,ebenso auch Pseudotsuga douglasii,die aber infolge ihrer besonderen Regenerationsfähigkeit die Schäden rasch ausheilte.Abies grandis erwies sich zwar als frosthärter als die einheimische Weißtanne,Abies alba,erlitt aber bei den extremen Bedingungen dennoch Schäden,wobei nach DIMPFLMEIER die Herkunft eine besondere Rolle spielt.

Eine Beziehung zwischen Frostschaden und nachfolgendem Hallimaschbefall ist durchaus möglich,wie im Forstamt Cham festgestellt werden konnte.Hier zog ein schwerer Spätfrost im Frühjahr 1956 Hallimaschschäden nach sich,die noch 7 Jahre später andauerten.

Gerade die Tanne ist eine Baumart,die nach Frostschaden noch Jahre bis Jahrzehnte kränkelt,was im sogenannten Tannensterben seinen Ausdruck finden kann.

Es ist daher durchaus denkbar,daß die frostempfindlichen exotischen Baumarten im Versuchsgarten Grafrath noch heute unter den Auswirkungen der extremen Kälte des Februar 1956 leiden und so anfällig für Hallimaschbefall sind.

E. Diskussion.

Hallimaschbefall in den untersuchten Standorten tritt als Folge von Trockenschäden der Bäume auf. Gesunde, optimal mit Wasser versorgte Bäume sind resistent. Durch THOMAS ist bekannt, daß Armillaria mellea die äußerlich unverletzte Wurzelrinde mühelos durchdringt, und auch durch sekundär gebildete Wundgewebe nicht zum Stillstand gebracht werden kann. Auch die Untersuchung von Wurzelgeweben in der Natur verschieden anfälliger Baumarten ergab keine Anhaltspunkte für eine durch unterschiedlichen Aufbau der Rinde bedingte Resistenz. Schon er bemerkt, daß die Resistenz, die nur der gesunde, wuchskräftige Baum besitzt, nur chemisch-physiologischer Natur sein kann.

JUNG (1965) wies in den Stamm- und Wurzelrinden verschiedener Baumarten, darunter auch der Fichte (Picea excelsa) das Vorhandensein chemischer Stoffe nach, die das Wachstum bestimmter Bakterien hemmten. Bei weiteren Untersuchungen JUNG's (1965) über das Wirkungsspektrum der Rindenhemmstoffe der Esche (Fraxinus excelsior) stellte sich heraus, daß neben Bakterien, verschiedenen Phyco- und Ascomyceten auch Basidiomyceten, darunter Armillaria mellea im Wachstum im Kultursubstrat gehemmt werden.

Diese Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß die Resistenz gesunder Bäume durch solche in der Wurzelrinde nachgewiesenen Hemmstoffe hervorgerufen wird. Diese Hemmstoffe, deren genaue chemische Zusammensetzung noch nicht bekannt ist, sind bei der Fichte offensichtlich nur bei voller Turgeszenz wirksam. Die Disposition nach Trockenschaden müßte hypothetisch dadurch verursacht werden, daß entweder im Welkezustand die Hemmstoffe inaktiviert, oder in nicht mehr ausreichendem Maße produziert werden können.

ZELLER (1926) hat in einer Obstbaumplantage beobachtet, daß alle Bäume von einem dichten Rhizomorphennetzwerk überzogen waren. Innerhalb eines Untersuchungszeitraumes von fünf Jahren traten an über der Hälfte der insgesamt 164 Bäume mindestens einmal Fruchtkörper des Erregers auf. Dannach wurden die Bäume gerodet und auf eine etwa erfolgte Infektion hin untersucht. Alle Baume erwiesen sich als vollständig gesund, nur an einem einzigen Baum war eine Seitenwurzel infiziert.

Eigene Untersuchungen ergaben einen ähnlichen Tatbestand. Wie schon erwähnt wurden im Höhenkirchener Forst insgesamt 70 Fichten am Wurzelstock zumindest teilweise aufgegraben. Dabei konnte in den stark befallenen Beständen I 10 b[1] und I 4[1] an, soweit feststellbar, offensichtlich noch gesunden Fichten, beobachtet werden, daß die Wurzeln mit Rhizomorphen überzogen waren, ohne daß diese eine Infektion hervorgerufen hatten.
Zusammen mit den Beobachtungen ZELLERS an Obstbäumen lassen die hier geschilderten Verhältnisse aus dem Höhenkirchener Forst zweierlei erkennen: Armillaria mellea kann selbst dann, wenn er mit seinen Infektionsorganen die Wurzeln bereits umsponnen hat, erst in die Rinde eindringen, wenn eine Disposition des Baumes gegeben ist. Dann allerdings erfolgt die Infektion sehr schnell, weil ein enger Kontakt des Erregers mit dem Wirt bereits eingetreten ist.

Die jeweils örtlich begrenzte Virulenz des saprophytisch in unseren Wäldern allgemein verbreiteten Erregers konnte bei der Fichte durch die Disposition durch Trockenschäden erklärt werden. Die Gültigkeit dieser Aussage beschränkt sich aber auf die untersuchten Standorte, in denen tatsächlich ein Befall eingetreten war. Die Frage, ob auf allen Standorten, in denen Fichtenbestände zumindest zeitweise unter Trockenschäden leiden, Hallimaschbefall die zwingende Folge ist, kann mit Sicherheit verneint werden. In diesem Falle müßten gerade im Keuper, Jura und auf der Schotterebene die Schäden flächenmäßig ein weit größeres Ausmaß erreichen, als tatsächlich ermittelt wurde. Die Untersuchung der Hallimaschschadensstandorte klärte vor allem die Wirkung derjenigen Standortsfaktoren, die die Disposition der Bestände beeinflussen. Weniger erfolgreich verlief dagegen der Versuch, den Standort mit den Umweltanspruchen des Erregers in Verbindung zu bringen, und damit eine mögliche Steigerung seiner Virulenz zu erfassen. Gerade die mikrobiologischen Vorgange im Boden, die für Armillaria mellea bei der Infektion sicher von ebensolcher Bedeutung wie die Disposition des Wirtes sind, bleiben daher nach wie vor unbekannt.
Diese Einschränkung beeinträchtigt die Folgerichtigkeit der Befallsursachen in den Hallimaschschadensstandorten nicht. Die Disposition der Bäume ist zweifellos eine entscheidende Voraussetzung für den Befall. Anders wäre es nicht zu erklären, daß in erkrankten Altbe-

ständen die Verjüngung, die sicher laufend mit den Rhizomorphen des virulenten Errgers in Beruhrung kommt, nicht infiziert wird.

Da nicht standortsgemäße Fichtenbestande, die zeitweilig unter Trockenheit leiden, eine weit größere Flache einnehmen als die festgestellten Hallimaschschaden, ist anzunehmen, daß es noch weitere Faktoren gibt, die vor allem die Agressivität des Erregers steigern. Diese Faktoren werden wahrscheinlich in den mikrobiologischen Verhältnissen in den Waldböden zu suchen sein, über deren Wirkung im Zusammenhang mit Armillaria mellea noch sehr wenig bekannt ist.
Damit steht möglicherweise der noch ungeklärte Befall in einigen Kiefernkulturen, sowie in den beiden Fichtenkulturen in Mitterfels im Zusammenhang mit der nicht erfaßten Virulenzsteigerung des Hallimasch. Eine eindeutige Disposition war jedenfalls weder in den Kiefern- , noch in den Fichtenkulturen feststellbar.
Der Vergleich der Standortsverhältnisse bei Hallimasch- mit denen mit Rotfäulebefall, verursacht durch Fomes annosus, ergab überraschende Übereinstimmungen: Bei beiden Baumkrankheiten führt gestörter Wasserhaushalt auf einerseits flachgrundigen Trockenstandorten, sowie auf oberflächlich verdichteten wechselfeuchten Böden zu starken Ausfällen. Tatsächlich konnte die Rotfäule in manchen vom Hallimasch befallenen Beständen als weitere Ursache für die Verlichtung angetroffen werden.
Eingangs wurde betont, daß die Ausscheidung der Befallsbestande nur anhand noch stehender infizierter Bäume getroffen wurde .
Der Hallimasch wurde durch die Rhizomorpha subcorticalis an den Stämmen identifiziert. Weiterhin wurden nur die Bestände in die Untersuchung einbezogen, in denen der Befall in ursachlichem Zusammenhang mit den Sterbelöchern stand. Die Wurzelstöcke in den durch die Ausfalle verlichteten Teilen waren ausnahmslos infiziert. Dies wurde wiederum durch die Rhizomorpha subcorticalis unter der Rinde festgestellt. Die Bäume sterben bei Hallimaschbefall durch Ringelung des Bastes ab. Der Splint und Kern des Stammes ist im Zeitpunkt des Absterbens äußerlich noch gesund und eine Kernfaule nicht nachzuweisen.

Dies muß ausdrücklich betont werden, da DIMITRI (1966) bei der Bestimmung der Pilze, die die Rotfäule der Fichte verursachen, häufig auch Armillaria mellea aus rotfaulem Kernholz isolieren konnte. Es ist daher möglich, daß in einigen Hallimaschschadensbeständen, in denen rotfaule Wurzelstöcke gefunden wurden, die Fäule in Wirklichkeit durch den Hallimasch verursacht worden war. Anderseits kann mit Sicherheit die Möglichkeit ausgeschlossen werden, daß in den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Beständen irrtümlich Rotfäuleschaden untersucht wurden. Durch die beiden Merkmale der Rhizomorpha subcorticalis und des Fehlens einer Kernfäule ist Hallimaschbefall nicht zu verwechseln.
Obwohl Armillaria mellea und Fomes annosus auf den gleichen Standorten virulent auftreten können, waren rotfaule Wurzelstöcke relativ selten in hallimascherkrankten Beständen zu finden. Die Schäden, die die beiden Wurzelfäuleerreger verursachen, erfolgen weitgehend getrennt. Einer der Gründe hierfür liegt vermutlich in dem verschiedenen Infektionsvorgang.
Fomes annosus ist nach den bisherigen Ergebnissen nicht in der Lage, die unverletzte Wurzelrinde und von hieraus das Kernholz zu infizieren. Trockenheit und Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung führen zum Absterben von Wurzeln. Diese stellen Infektionspforten für Fomes annosus dar.
Bei Armillaria mellea genügt hingegen schon die Herabsetzung des Gesundheitszustandes, um durch die Rinde eine Infektion durchzuführen.

F. Zusammenfassung.

1. Die Untersuchung von hallimaschbefallenen Beständen in verschiedenen Waldgebieten Bayerns hat gezeigt, daß keiner der Standortsfaktoren von Klima, Geologie, Boden, Exposition und Bestandszusammensetzung für sich alleine das örtlich begrenzte Auftreten der Hallimaschschäden erklären konnte.

2. Von den Umweltbedingungen, die möglicherweise die Ausbreitung des Erregers im Boden begünstigen, kommt nur der Boden-pH-Wert in Betracht, da Armillaria mellea in versauerten Böden mit Rohhumusbildung nur in seltenen Fällen gefunden wurde. Das Gelingen einer Infektion konnte nicht mit einer Steigerung der Virulenz des Erregers in Zusammenhang gebracht werden.

3. Der Hallimaschbefall hängt in entscheidendem Maße von der Disposition der Bäume ab. Diese Disposition entsteht bei der Fichte ausschließlich durch Trockenklemmen infolge einer standörtlich bedingten Störung des Wasserhaushaltes. Zeitweise Trockenklemmen sind die Ursache des sekundären Hallimaschbefalls in Fichtenbeständen des mittelfränkischen Keupergebietes, des gesamten Jura und der Münchner Schotterebene. Dabei sind die älteren Bestände infolge ihres größeren Wasserbedarfes besonders gefährdet, während Fichtenbestände unter 40 Jahren vom Befall verschont bleiben und eine beachtliche Resistenz besitzen.

4. Der Befall der Tanne hat darüber hinaus seine Ursache in verminderter Wuchskraft bei ungünstiger Bestandszusammensetzung und -ausformung (Reinbestand oder Mischung nur mit der Fichte), die sich durch Ausbildung von Schwundkronen bemerkbar macht. Auch Frostschäden können ihre Anfälligkeit erhöhen.

5. In Fichten- und Kiefernkulturen verläuft der Befall unter anderen Voraussetzungen als in Altbeständen. In dieser jüngsten Altersstufe konnte bis jetzt noch kein Zusammenhang zwischen lokalem Befall und standörtlich bedingter Disposition festge-

stellt werden.Der Erreger kann in Kulturen große Schäden verursachen,ohne daß Anzeichen einer vorausgegangenen Minderung der Wuchskraft der Bäume gefunden wurden. Anderseits kann die Fichte gerade in der Jugend gegen Hallimaschbefall vollständig resistent sein,wie gesunde Verjüngungen in befallenen Altbeständen zeigen.

Kulturbefall durch Armillaria mellea wird in der Literatur (SCHWERDTFEGER) mit einer Steigerung der Aggressivität des Erregers infolge optimaler saprophytischer Ernährungsquellen erklärt.Hier werden die frischen Laubholzwurzelstöcke des Vorbestands,vor allem von der Buche,genannt.Dies konnte durch meine Untersuchungen nicht bestätigt werden.In der Mehrzahl der befallenen Kulturen bildeten Nadelbäume den Vorbestand,deren infizierte Wurzelstuben die Krankheit verbreitet hatten.

6. Im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath konnte im Exotenanbaugelände Hallimaschbefall an insgesamt 16 verschiedenen ausländischen Nadelbaumarten festgestellt werden.Das Ausmaß der Schäden war bei Abies grandis,Abies concolor und Chamaecyparis lawsoniana so groß,daß bei diesen Baumarten der Verdacht auf erhöhte Anfälligkeit besteht.Die dort ebenfalls in großer Zahl angepflanzten fremdländischen Laubbaumarten waren dagegen vollständig resistent.

Literaturverzeichnis:

Baltz — Das Absterben der Eiche in Westfalen
Z.f.Forst- u. Jagdwesen 45,1913,793

Bartels,H. — Hallimaschbefall in Fichtenbeständen des Sauerlandes.
AFZ 15,1960,354

Bliss,D.E. — Artificial inoculation of plants witu Armillaria mellea
Phytopath.31,1941,859 (Abstr.)

Derselbe — The relation of soil temperature to the development of Arm.mellea.
Phytopath.36,302-318

Derselbe — The destruction of Arm.mellea in Citrus soils.
Phytopath.41,665-683

Day,W.R. — The parasitism in relation to conifers by Arm. mellea.
Quart.J.For.1927,9-21

Dimpflmeier,R. — Winterfrostschäden 1955/56 im Forstlichen Exotenversuchsgelände Grafrath.
Forstwiss.Centr.bl. 76,1957,174-187

Dimitri,L. — Ausbreitung des Wurzelschwammes (Fomes annosus Cooke) und seine Beteiligung an der Rotfäule.
Forst u.Holzwirt 8,1966,191-194

Fabricius,L. — Die Schäden des Winterwetters 1928/29 an den fremdländischen Baumarten des Forstlichen Versuchsgartens Grafrath bei München.
Forstwiss.Centr.bl.52,1930,33-47

Falck,R. — Eichenerkrankungen in der Oberförsterei Lödderitz und in Westfalen.
Z.f.Forst u.Jagdw.45,1913,793

Garret,S.D. — Rhizomorph behaviour in Arm.mellea:
I. Factors controlling rhizomorph initiation by Armillaria mellea in pure culture.
Ann.Bot.London,N.S.17,1953,63-79

II. Logostics of infektion.
Ann.Bot.London,N.S.20,1956,193-209

Gäumann,E.	Pflanzliche Infektionslehre,1951
Gibson & Corbett	Variation in isolates from Arm.mellea Root Desease. Phytopath.54,1964,122-123
Hartig,R.	Wichtige Krankheiten der Waldbäume,1874,12
Jankowski & Jordan	Das Fichtensterben durch Hallimasch im Osten. AFZ 5,1950,5-8
Jung,J.& C.Stoll	Über die Hemmwirkung des Gynäceums bei Primula obconica auf Bakterien und Pilze. Phytopath.Z.31,1957,180-184
Jung,J.	Untersuchungen über Bakterien- und Pilzhemmstoffe in höheren Pflanzen. Forstwiss.Centr.bl.84,1965,69-128
Jung,J & K.Merkenschlager	Untersuchungen über das Wirkungsspektrum der Wurzelrindenhemmstoffe von Fraxinus excelsior. Forstwiss.Centr.bl.84,1965,129-200
Köstler,J.N.	Waldbau,2.Auflage 1955 Hamburg Berlin
MC Lean,N.A.	Variation in monospore culture of Armillaria mellea. Phytopath.40,1950,968 (Abstr.)
Merker,E.	Die künstliche Erhöhung der Pflanzenresistenz gegen Borkenkäfer. Allg.Forst u.Jagdz.1,1967,13-23
Münch,E.	Armillaria mellea. Sorauer,Handbuch der Pflanzenkrankheiten,Hymenomycetes,Bd.III,1932,392-403
Neger,F.W.	Das Tannensterben in sächsischen und anderen deutschen Mittelgebirgen. Tharandter Forstl.Jahrb.58,1908,201
Patton & Riker	Artificial inoculations of pine and spruce with Arm.mellea. Phytopath.49,1959,615-622
Raabe,R.D.	Variation in pathogenicity of isolates from Armillaria mellea. Phytopath.45,1955,695 (Abstr.)

Raabe,R.D. Variation of Armillaria mellea in culture.
Phytopath.56,1966,1241-1244

Variation in pathogenicity and virulence on Armillaria mellea.
Phytopath.57,1967,73-75

Rayner,M. Observations on Armillaria mellea in pure culture with certain conifers.
Forestry 4,1930,65-177

Reitsma,J. Studien über Armillaria mellea.
Phytopath.Z. 4 ,1932,461-522

Rohmeder,E. Die Stammfäule (Wurzel- und Wundfäule) der Fichtenbestockung.
Mitt.der Landesforstverw.Bayerns 23,1937

Rubner,K. Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa.
Beih.z.Bot.Centr.bl.Bd.XLIX,1932,396-407

Schmid,R. Über die histologische Spezialisierung von Blatt- und Rindenpilzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehung zum Phloem.
Phytopath.Z.21,1954,407-432

Schwend,G. Fichte und Hallimasch im Osten.
AFZ 5,1950,77-78

Schwerdtfeger,F. Die Waldkrankheiten,1957

Sitting,O. Der Hallimasch als Fichtenmörder und Wegbereiter von Borkenkäferkatastrophen.
AFZ 22,1948,227

Zur Frage des Hallimaschbefalls.
AFZ 24,1948,257

Snider,P.J. Stages of development in rhizomorphic Thalli of Armillaria mellea.
Mycologica 51,1959,693-707

Thomas,H.E. Studies on Armillaria mellea,infektion,parasitism and host resistance.
J.Agr.Res.48,1934,187-215

Twarowska,J. Untersuchungen zur Bekämpfung der Wurzelpilze in Polen.
XIV JUFRO - Kongreß 1967,Kongreßbericht.

Woelfle,M. Schäden durch Borkenkäfer,Dürre und Hallimasch während der letzten Jahre in Bayern.
AFZ 4,1949,479-481

Wojtyłko,E. Das Fichtensterben durch Hallimasch im Bereich der Forstverwaltung Rzyki der Herrschaft Saybusch.
Tharandter Forstl.Jahrb.93,659 ff.

Zeller,S.M. & Childs Observations of Armillaria mellea root rot of orchard trees.
Phytopath 19,1929,869-873

Zeller,S.M- Observation on infektion of apple and prune root by Armillaria mellea.
Phytopath.16,1926,479

Zycha,H. & F.Kato Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte.
Schriftenreihe der Univ.Göttingen,Forstl.Fakultät Band 39,1967

Lebenslauf

Am 13. Juni 1940 wurde ich als Sohn des Rechtsanwaltes Dr. Kurt Becker und dessen Ehefrau Carola, geb.Fluhrer, in Augsburg geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Ansbach, Unterliezheim/ Kreis Dillingen-Donau und Erlangen. Im Herbst 1950 trat ich in das Erlanger Humanistische Gymnasium ein. Ab 1955 besuchte ich das Humanistische Gymnasium in Karlsruhe und legte dort 1959 die Reifeprüfung ab.

Nach dem halbjährigen Praktikum im Forstamt Unterliezheim nahm ich mit dem Wintersemester 1959/60 das Studium der Forstwissenschaft an der Universitat München auf.
Im Februar 1962 legte ich die Forstliche Vorprüfung ab und holte die Diplomprufung 1965 nach, da ich infolge eines schweren Verkehrsunfalles nicht in der Lage war, zum Prüfungstermin 1964 anzutreten.

Zur Zeit bin ich als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle am Forstbotanischen Institut der Universität München tätig.

Bernd Becker

BAMBERGER FOTODRUCK · RUDOLF RODENBUSCH
8600 BAMBERG - Markusplatz 22 - Tel.: 0951/6 27 94